

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-56950

(43) 公開日 平成8年(1996)3月5日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 17/04				
B 2 5 J 13/00	Z		A 6 1 B 17/04	

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願平7-21101

(22) 出願日 平成7年(1995)1月13日

(31) 優先権主張番号 1 8 1 6 2 4

(32) 優先日 1994年1月13日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591286579

エシコン・インコーポレイテッド

ETHICON, INCORPORATED

アメリカ合衆国、ニュージャージー州、サマービル、ユー・エス・ルート 22

(72) 発明者 デビッド・デマレスト

アメリカ合衆国、07054 ニュージャージー州、パーシッパニー、サウス・ビヴァーウィック・ロード 709

(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外1名)

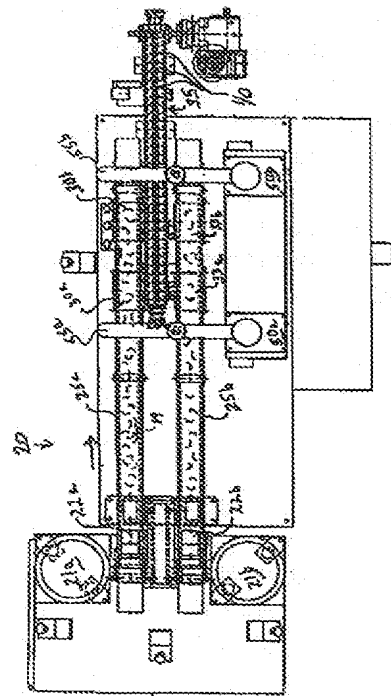
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 縫合針の位置揃え兼供給装置のためのロボット制御システムおよび縫合針の自動供給装置の制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 縫合針を嵌合装置へ自動的に転送して更に処理を行う場所へ搬送するための縫合針供給装置の制御システムおよび縫合針の自動供給装置の制御方法。

【構成】 縫合針供給装置は縫合針を掴み上げ嵌合装置へ配置するための把持手段を有する1台またはそれ以上のロボットを含む。制御システムは送りコンベアを一時停止させて供給装置のためのドエル周期を作成するための制御装置と、制御装置と通信して送りコンベア上の1つまたはそれ以上の所定の位置で縫合針を画像化するためと認識した縫合針についての画像追跡装置と、メモリー手段に記憶してある位置および方向についてのデータにアクセスするためとロボットの一台が各々の位置および方向データに従って画像化した縫合針を拾い上げ嵌合装置へ配置できるようにするためのロボット制御装置とを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 無作意な位置におかれた縫合針を更に処理する位置へ自動的に移動させるための縫合針供給装置のための制御システムであって、前記縫合針供給装置は前記縫合針を取り出し配置するための把持手段を各々が有する1台またはそれ以上のロボットを含み、

(a) 前記コンベア手段を一旦停止させ前記供給装置のためにドエル周期を生成するための制御手段と、

(b) 前記制御手段と通信して前記コンベア手段上の1つまたはそれ以上の所定の位置にある縫合針を画像化するためと前記ドエル周期の間に各々の画像化した縫合針についての位置および方向に関するデータを調べるための画像追跡手段と、

(c) 前記画像追跡手段から受信した前記位置と方向のデータを一時的に記憶させておくためのメモリー手段と、

(d) 前記メモリー手段から前記画像化した縫合針に対応する前記記憶してある位置と方向のデータを取り出し、前記ロボットの1台に前記各々の位置と方向のデータに従って前記画像化した縫合針を摘み上げ前記嵌合装置に前記縫合針を配置させるためのロボット制御手段と、を含むことを特徴とする制御システム。

【請求項2】 無作意な位置におかれた縫合針を乗せる第1のコンベアと複数の縫合針嵌合装置を配置してある第2のコンベアと前記送りコンベアから縫合針を拾い上げるための把持手段を各々が有する1台またはそれ以上のロボット手段を有する1つの位置から別の位置へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法であって、

(a) 前記第1のコンベアを一旦停止させて前記供給装置のためのドエル時間を生成する段階と、

(b) 前記ドエル時間の間に画像追跡手段を用いて前記コンベア上の前記縫合針を画像追跡し前記1台またはそれ以上のロボット手段で受け入れ可能な縫合針の位置を調べる段階と、

(c) 前記1台またはそれ以上のロボットの把持手段により前記受け入れ可能な縫合針位置にある前記縫合針を拾い上げる段階と、

(d) 前記縫合針嵌合装置の1つに各々の縫合針を装置してこれを更に搬送する段階とを含むことを特徴とする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は一般に縫合糸をすでに装着してある外科用縫合針などの縫合糸付き縫合針を自動的に作成するための装置に関し、より特定すれば無作意な位置にある外科用縫合針を1つの場所に自動的に移動しこれの方向を描いて別の場所へ搬送する針供給装置のための制御システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 大半の縫合糸付き縫合針、すなわち今日外科医や医療関係者が使用しているような一端に縫合糸を装着してある縫合針は、米国特許第3,611,551号、第3,980,177号、第4,922,904号などに説明されているように、手動および半自動的な方法を用いて製造されている。例えば、米国特許第3,611,551号で解説しているように、スエージ下降するため縫合針内に縫合糸を正確に配置し、異なる太さ(ゲージ)の燃糸をスエージ加工する際にスエージ・ダイを調節してスエージ加工圧を増加または減少させるにはオペレータによる手作業が必要となる。この処理工程はスエージ加工を行うために手動位置合わせが必要なことから人件費と効率の面で高価である。

【0003】 今日、縫合糸の素材は糸巻きまたは芯や被駆動スプールに巻いた状態で供給され、これを切断しスエージ加工しようとする縫合針の端部に配置する。米国特許第3,980,177号では、縫合芯の材料はスプールから供給され回転式のテンションラックを通り、ここで一様な長さに燃糸が切断される。つまり、縫合糸の長さはラックの大きさで決まり、ラックに巻き取られた燃糸材料を切断するためにはラックの調整を手作業で行う必要がある。更に、異なる長さの燃糸を所望する場合には毎回ラックを手作業で変更する必要がある。

【0004】 米国特許第4,922,904号では、燃糸材料はボビンに巻いた状態で供給され、様々なガイド手段とヒーターを通して素材を延伸させ、その後縫合針の圧着溝に挿入される。本明細書に図示した1つの実施例では、スエージ加工する前に縫合針の圧着溝内に垂らした縫合糸を位置合わせするために高精細テレビジョン・モニター手段が必要である。同実施例では、回転エンコーダ装置を用いてボビンから引き出した縫合糸素材の長さを決定してから切断している。別の実施例では、不定長の縫合糸材料を縫合針にスエージ加工した後、縫合針-縫合糸アセンブリを所定の距離だけ送り出してから切断し、所定の長さの縫合糸を得ている。つまり、一定の長さの縫合糸材料を得るには、注意深い操作と精密な制御が毎回必要であり、これらの作業に用いる工程は人時間工賃と効率の面でも高価である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 かかる従来の問題点に鑑み、完全に自動化しかつ縫合針に縫合糸を圧着するために自動スエージ装置へ搬送する縫合針を自動的に供給できる縫合糸付き縫合針製造包装システムを提供するのが非常に望ましい。

【0006】 自動スエージ部へ次々と送り出す縫合針の向きを効率的かつ正確に揃えることが出来る縫合針位置揃え装置を提供することも非常に望ましい。

【0007】 縫合針位置揃え兼搬送機能の効率ならびに完全性を維持するためのロボット制御システムを提供す

ることが更に望ましい。

【0008】従って、本発明の目的は正しい方向を向いた個々の縫合針を完全自動式縫合針スエーピング装置へ搬送する自動縫合針位置揃え装置のための制御システムを提供することである。

【0009】本発明の別の目的は、頻繁な手作業からオペレータを事実上解放する経済的な縫合針の位置揃え装置を提供することである。

【0010】本発明の更に別の目的は縫合針の位置揃え機能の完全性を維持し位置揃えし方向を揃えた縫合針を完全自動縫合針スエーピング装置へ高速かつ効率的に搬送できるようにする自動縫合針位置揃え装置のためのロボット制御システムを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、前進するコンベア上に無作意に位置する縫合針を嵌合装置へ自動的に搬送し、さらに自動縫合針スエーピング装置へ搬送するための縫合針供給装置のための制御システムによって実現される。該縫合針供給装置は縫合針を摘んで置き直すための把持装置を各々が有する1台またはそれ以上のロボットを含む。該制御システムは、前進するコンベアをいったん停止させて供給装置のためのドエル周期を作成するための制御装置と、前進するコンベア上の1つまたはそれ以上の所定の位置で縫合針を視覚的に認識するためと該ドエル周期の間に認識した各々の縫合針についての位置および方向のデータを決定するための視覚的追跡装置と、前記視覚的追跡装置から受信した前記位置および方向のデータを一時的に記憶しておくためのメモリー装置と、視覚的に認識した縫合針に対応する記憶した位置および方向のデータを前記メモリー装置から取り出すためと前記ロボットの1台が認識した縫合針を各々の位置および方向のデータに従って取上げ該縫合針を嵌合装置に装着できるようにするためのロボット制御装置を含む。

【0012】縫合針位置揃えシステムには前述のような方法で作動する第2のロボット・アセンブリ手段を冗長性視覚的追跡装置とともに設けてある。冗長性はシステムが毎分60本で連続的に絶え間なく流れる縫合針を自動スエーピング装置へ供給できるように設計してある。

【0013】

【実施例】本発明のさらなる利点および特徴は、以下の詳細な説明と本発明の好適実施例を特定した図示する添付の図面とを合わせて吟味熟読することにより明らかとなる。

【0014】本発明は、各種寸法の手術用縫合針を自動的に仕分け選別し、自動スエーピング装置へ搬送し、ここで各々の縫合針に縫合糸を装着させるように設計した縫合針供給装置のための制御システムに関する。一般的な手術用縫合針19は円柱上の部分7、湾曲した針先部分8、縫合糸を受け入れる端部または縫合糸をスエー

加工するための開口部5を有し、これを図2に図示してある。

【0015】一般に、図1に図示した縫合針仕分工程10において、段階11で縫合針は第1に振動するボールに載せられ、段階12で自動的に向きを揃え、段階13で直線的に半透明の前進するコンベアへ供給され、段階14で視覚追跡システムにより縫合針の方向ならびに位置についての評価を行い、段階15でロボット装置により拾い上げられ、段階16でロボット装置により嵌合舟へ運ばれ、最終的に段階17で多軸移動手段により搬送され後続のスエーピング加工装置へ更に送り出される。各々の段階を実行するのに使用する装置について以下で詳細に説明する。縫合針位置揃え装置の詳細な説明は、本発明の譲受人と同じ譲受人に譲受される同時出願中の特許出願第181,600号(事件番号8920)に見ることが出来る。

【0016】縫合針位置揃え供給装置20の好適実施例は、図3(a)にシステムの上面図、図3(b)に側面図が図示してある。本明細書に図示したように、縫合針19は2台の振動するボールまたはホップ21a、21bの各々にまとめて供給され、ここでそれぞれの仕分選別アセンブリ22a、22bを使って1本ずつ分けられ、2台の半透明コンベア25a、25bの各々に無作意に配置される。2台の半透明コンベア25a、25bは方向の不揃いな縫合針19を図3(a)の矢印で示した方向に搬送し、その位置と方向を遠隔的に配置した視覚的追跡システムにより評価する。追跡システムについては図3(b)に関連して以下で説明する。

【0017】本追跡システムは、(透過光式)照明台30a、30bの上を縫合針が前進する際に半透明コンベア25aの上に乗せられた縫合針各々の方向と位置を評価し、さらに(透過光式)照明台33a、33bの上を縫合針が前進する際に半透明コンベア25bの上の各々の縫合針の方向と位置も評価する。視覚追跡システムから得られた方向と位置に関する情報を処理し2台のロボット・アセンブリ50a、50bが利用できる情報に変換して、各々のロボットの把持部55a、55bに指令し、半透明コンベア的一方から識別した縫合針を拾い上げて図3(a)に図示した半透明コンベアと同じ方向に前進している精密コンベア上に配置してある各々の嵌合舟40へ移動させる。本発明の制御システムは、ロボットの把持部、たとえばロボット・アセンブリ50aの把持部55a等に命令してシステムのドエル周期、すなわちコンベアが一時停止している間に追跡した縫合針を2台のコンベア25a、25bの一方からつまみ出す。無作意に配置した縫合針19の方向が把持部55a、55bのいずれかで取り出せないような方向にあるとき、または移動範囲外にあるため精密コンベア上へ縫合針を配置できない場合、制御システムは回復手順を実行して、毎分60本の速度でスエーピング加工する自動高速スエー

ング装置（図示していない）へ精密コンベアが供給する縫合針に欠品が出ないようにする。

【0018】好適実施例において、各々のコンベア25a、25bのタイミングは同一だが、ドエル周期は相互に違っている。タイミングがずらしてあるため、視覚追跡システムは一方の前進するコンベアたとえば25aの上の縫合針を識別し、両方のロボットが他方の前進コンベア25bから縫合針を取り出して精密コンベアの各々の嵌合舟に各々の縫合針を載置する。同様に、両方のロボットが前進するコンベア25aから縫合針を取り出している間、視覚追跡システムはもう一方の前進コンベア25bの縫合針を識別する。

【0019】自動スエージ／巻き付け処理10の第1の段階は供給装置例えばボールまたはホッパから縫合針分別アセンブリへ所定の量の縫合針19を供給することである。図4の側面図に図示した好適実施例では、振動式ホッパまたはボール21に適当な光学式または機械式計数装置たとえばセンサープレート24を設けて、6本までの縫合針がいちどに選別アセンブリへ供給されるようにしている。縫合針19は振動式ホッパ21からゲート18へ供給され、重力によって縫合針選別アセンブリ内を落下するが、これには一連の偏向扉23a、23bとトラップ扉23c、23dが含まれており、交互に2つの位置に移動して落下してくる縫合針の半分を仕切られた2つのシュートの各々に落下させ、可動式の半透明コンベア25a、25bへ最終的に載置する。図4に図示した位置に偏向扉23aがあるとき、縫合針選別アセンブリ22に投入された縫合針19はすべて落下の方向が曲げられて外側の受け皿へ落とされ、ここから縫合針は更にホッパ21へ戻される。偏向扉22aが図4の破線で示した偏向扉23a'の第2の位置にある場合、仕分アセンブリを落下中に縫合針19が12本までセンサー44で計数され、偏向扉23bとトラップ扉23c、23dの適当な切り換えにより一本づつに分けられる。偏向扉23a、23bとトラップ扉23c、23dの往復運動は6本ずつの縫合針が各々のコンベア25a、25bの2系統に1度に配置されるようにタイミングを合わせてある。好適実施例では、この本数の縫合針が載置されると前進するコンベア上で約8インチの長さを占有し、これによって縫合針同志が載置されたときに十分に離れるようにしてある。望ましくは、偏向扉23a、23bが自動制御システムの制御下に往復運動し、2つの位置の間で交互に位置が変わるようにタイミングをとり、3本ずつの縫合針が各々の落下シュート26、28を通して各々の半透明前進コンベア上へ落下できるようにする。両方の偏向扉23a、23bは各々円柱状のピストン27a、27bおよび適切な電磁石または油圧モーター（図示していない）で駆動される。半透明の前進コンベア25a、25bに載置する縫合針19はどれも位置がバラバラで、方向がそろっていないことを理解

するべきである。望ましくは、各々の半透明前進コンベア25a、25bは毎秒4インチ（4インチ／秒）の一定した速度で駆動され図3（a）に図示したように精密コンベアと平行に走る無限ベルト式のコンベアとするのが望ましい。

【0020】前述のように、また図3（a）に示すように、ロボット・アセンブリは各々の縫合針分別アセンブリ22a、22bの後方で精密コンベアと半透明の前進コンベアの両方に近い位置に配置した2台のロボット50a、50bを含む。本明細書で説明する好適実施例では、各々のロボット・アセンブリ50a、50bはアダプト社604S型ロボットで、各々のロボットに対応するアダプトCC制御装置で制御すると毎分40回程度の速度で縫合針の移動を実行する能力を有している。各々のロボットは4軸SCARA（選択的コンプライアンス・アセンブリ・ロボット・アーム）型ロボットで、4つの関節を含む。関節1は±100°の回転運動範囲を有する肩関節、関節2は±140°の回転運動範囲を有する肘関節、関節3は上下運動の方向に150ミリメートルまでロボットの指先を運動させる移動運動を提供し、関節4は手首関節で指先の±360°の回転運動を提供する。ロボットの把持部55a、55bは各々のロボット・アセンブリ50a、50bの指先に装着してあり、空気シリンダ（図示していない）から供給する圧力によって把持動作を提供することが出来る。

【0021】図3（b）を参照すると、一方向に向いた手術用縫合針を毎秒1本（1縫合針／毎秒）自動スエージ装置へ転送するのに十分な速度で駆動モータ・アセンブリ42により駆動される精密コンベア35が図示してある。前進コンベア25a、25bを駆動するために同様な駆動モータ・アセンブリを設けてある。詳細については後述するように、各々の駆動モータ・アセンブリ42、43は制御システム69とインタフェースしこれの制御下に作動して、前進運動を一時停止させ、前進コンベアから精密コンベアへの縫合針の取り出しと移動を行えるようにしてある。好適実施例において、制御システム69はアダプト・ロボット制御装置および視覚的追跡システムの部材とデジタル的に通信して供給システムを制御するためのプログラマブル論理制御装置（PLC）を含む。

【0022】図3（b）に図示してあるように、視覚的追跡システムは前進コンベア25aの各々の照明載物台部分30a、30bの上部に1台ずつ配置した2台のビデオカメラ62、64を含む。詳細については後述するが、各々のカメラ62、64から得られた縫合針のビデオ画像はビットマップ処理または適切なデジタル化処理が施され、適当な転送媒体例えば図3（b）に示す通信線67a、67bを経由して遠隔的に配置した制御システムのコンピュータ69へ転送し、ここで画像制御タスク160がビデオ画像を処理し、通信線197経由で各

々のロボット50a、50bへデータを入力する。コンベア25a、25bを半透明にし、また各々の部分30a、30bと33a、33bで透過光照明を当てるようにして、上部にあるカメラ・アセンブリにより処理用の鮮鋭なビデオ画像が得られるようにするのが望ましい。説明の目的で、図3(b)には2本の照明載物台に対応するビデオカメラが2台62、64だけ図示してあることが理解されよう。しかし、本発明はコンベア25bの照明部分33a、33bに対応する第2のビデオカメラの組(図示していない)を含み、前述の通り、ロボットがコンベア25aから縫合針を取り出して配置し直している間にコンベア25bの上の縫合針の2進化画像が得られるように構成してある。本システムに組み込んである冗長性によって、スエーピング装置へ供給する縫合針が一時的に不足することはなく、またスエーピング装置へ供給するための向きを揃えた縫合針の最大供給量が達成されるように構成してある。ロボット技術が進歩した場合、またロボット・アセンブリが更に速い速度で更に多くの動きを行えるようになれば、第2の組のカメラと第2のロボット・アセンブリはもはや必要ではなくなる。更に、十分高速で正確なロボット・アセンブリは移動するコンベアから無作意に置かれた縫合針を拾い上げ直接スエーピング装置へ向きを揃えて配置することも出来るようになる。

【0023】好適実施例において、各々のカメラ62、64は透過光照明式コンベア25a、25bの各々の約1メートル上方に装置してあり、適当なアダプタを使えば交換自在な焦点距離が10ミリメートルから140ミリメートルの電子制御式望遠レンズを使用している。適切なレンズ制御装置を用いて光量・絞り、焦点、および画角を各々のカメラのレンズについて設定し、RS-232Cリンクを経由してアダプト製制御装置とインタフェースさせてある。

【0024】縫合針選別供給装置のための制御システムのさらなる部材には供給システムを監視し指令するために使用するSCADAノード(図示していない)が含まれる。このノードはアダプト製制御装置の各々と独立したRS-232Cリンクでインタフェースし、これを用いてデータ情報例えば縫合針のパラメータやエラー・メッセージ、および状態メッセージなどを運転中にアダプト制御装置へダウンロードする。SCADAノードは商業的に利用可能なFIXDMACSソフトウェアを走らせるパーソナル・コンピュータまたはこれに類似の適当な装置を含む。シリアル通信を用いて後述する縫合針交換手順の間にFIX/DMACSの「アダプト設定」画面へ入力した縫合針のパラメータを変更する。オペレータが縫合針のパラメータを入力してから交換を開始すると、FIX/DMACSノードはこれらのパラメータをロボット制御装置へ転送する。

【0025】本発明のロボット/視覚制御システム69

は縫合針並べ替え供給システム10により実行する特定のタスクに各々が関係し、PLC120の制御下に行われる独立したコンピュータ・ソフトウェアプログラムを含む。実行するタスクと該タスクを有効にするためのPLC制御信号の流れ図による表現を図8(a)~図8(h)に示す。図7に図示したように、本発明のロボット制御システム69用のソフトウェアは8つの主要なタスクを実行する。ロボット制御タスク150、画像制御タスク160、コンベア運転制御タスク180、SCADAノード・インタフェースタスク195、制御パネルタスク260、タスク・マネージャ240、コンベア初期化タスク190、およびレンズ制御タスク195である。上述のこれら8つのタスクのうち、初めの6つのタスクは後述するように縫合針供給安定状態運転中は作動状態にある。図7には更にタスク間のデータの流れとタスクを起動する信号を図示してある。好適実施例において使用しているソフトウェアの言語はアダプト社のV/V+言語で、これはマルチタスク環境における画像とロボット両方の制御を支援するものである。

【0026】各々のロボット・アセンブリ、制御装置、およびカメラの視覚的追跡システムは供給システムが正しく機能するように注意深い較正と設定の手順が必要である。例えば、各ロボット・アセンブリは関節位置を設定し関節の運動限界を規定してロボットが作動したときに構造上の損傷を受けないようにする必要がある。更に、カメラ対ロボットの較正を行い、視覚系システムが縫合針の位置座標を正確に計算してロボットが取り出し位置へ動けるようにしなければならない。この手順はカメラの画角と各々のロボットの据付位置の間の変換行列を提供する。

【0027】PLC120はロボット制御装置とロボットの電源投入を行う。ロボット較正手順は電源投入後に起動されロボットの関節を既知の「ホーム」ポジションへ移動させてデジタル・エンコーダ(図示していない)を同期させる。

【0028】PLC120、ロボット制御装置、およびコンベア25a、25bの起動処理は時間的關係が重要である。ロボット制御装置の側から見ると、ROBOT ENABLE信号219をPLC120が有効にすると、ロボット制御タスク150、画像制御タスク160、コンベア移動制御タスク180、コンベア初期化タスク190を実行して通常のサイクルを開始する。これによってコンベア25aの移動が開始され、2秒間だけ待って詳細を後述するように第2のコンベア25bを起動する。PLCは同時にもう一方のアダプト・ロボットにもROBOTENABLE信号を有効にする。この方法だと、PLCは縫合針供給システムと前進コンベアとスエーピング装置61の起動をROBOT ENABLE信号の起ち上げで行うことが出来る。詳細については後述するように、ROBOT ENABLE信号を引き下げ

ると、アダプト・ロボットは通常処理を停止してSCADAノードからの要求にตอบสนองするようになる。

【0029】[ロボット制御タスク] 各々のロボット・アセンブリ50a、50bに対するそれぞれのアダプト制御装置に関連して単一のロボット制御タスクが存在するが、図7では1つだけを要素150として図示してある。ロボット制御タスク150の制御システム・ソフトウェアは各々のロボット・アセンブリ50a、50bを資源として管理し、画像制御タスク160で生成されここから入力される識別した縫合針の位置をFIFOバッファから読み取り、縫合針配置のハンドシェイクを行うため制御システム69のプログラマブル論理制御装置(PLC)120とインタフェースして、コンベア・ベルト25a、25bの移動を開始させる。

【0030】図8(a)～図8(c)のブロック図に図示したように、各々のロボット・アセンブリ50a、50bに対して安定状態にあるロボット制御タスク150の運転は次のようになる：

【0031】第1に、各々のロボット制御装置はデータ線193経由で入力FIFO155を連続的に読み出して段階102で図示したように各々の半透明コンベア25a、25bの上の識別した縫合針の位置についての位置座標データを取得する。縫合針位置についてのデータは、詳細について後述するように各々のデータ線197を経由して画像制御タスク160へ供給する。受け入れ可能な(認識可能な)縫合針位置がFIFOバッファ155に入力されると、ロボット制御装置はバッファから縫合針位置を除去してロボットの把持腕55a(55b)に指令を出し、段階104に示すようにコンベアベルト上のその位置へ移動させる。次に、各々の認識した縫合針について、ロボット制御タスク150はロボットの把持腕55a(55b)に命令を送って、段階106に示したように縫合針の円柱状部分7で閉咬させてからコンベアから離昇させ、精密コンベア35に近い到達位置へ移動させる。ロボット制御タスクは次に段階108に示したようにNEEDLE IN GRIPPER信号207をPLC宛てに生成し、PLC120からの応答を待つ。図8(a)の段階109に図示したように、また更に図7を見るとPLCがロボットタスクの生成したNEEDLE IN GRIPPER信号207を受信すると、PLC120はロボット50a、50bの各々が受信するSAFE TO PLACE信号191を生成する。SAFE TO PLACE信号191の目的は各々のロボット・アセンブリに対して縫合針がコンベア35の精密コンベア舟40に配置できることを通知することである。SAFE TO PLACE信号191の受信にตอบสนองして、縫合針を精密コンベア35上に配置する直前に、ロボット制御タスク150は段階111でPLC120が受信するDON'T INDEX PRECISION CONVEYOR信号204を生成する。この

信号が高電位例えば論理値「1」の状態にある間、アダプト・ロボット50aまたは50bは図8(b)の段階113に図示したように精密コンベア35の舟40に縫合針を載置しようとする。これにより後述するように精密コンベアの嵌合舟40の嵌合あご47、49の後退を開始させこれらの間に縫合針を配置できるようにする。ロボットの動きが止まり縫合針が載置されると、段階117でロボットタスク150はPLC120の受信するNEEDLE PLACE COMPLETE信号206を生成し、段階119でPLCは適切な制御信号209を生成して精密コンベアの嵌合舟の嵌合あご40が縫合針に嵌合できるようにする。好適実施例において、NEEDLE PLACE COMPLETE信号206のドエル時間はおよそ48～64ミリ秒である。この信号を有効にした後、ロボット・アセンブリ50a、50bは同じ時間間隔に渡り縫合針をその位置で保持し続ける(48～64ミリ秒)その直後、ロボットは把持部を開咬し、図8(b)の段階121に示すように嵌合舟40から離れた準備位置へ戻る。最後に、段階123でDON'T INDEX PRECISION CONVEYOR信号204を排除し、PLC(ならびにコンベア制御タスク)が精密コンベア35の移動を開始できる状態になったことを示し、これが図8(b)の段階125でPLC120の命令により実行される。

【0032】コンベア移動開始の安全ロックとしてこれを移動させる前に、ロボット制御タスク150は現在摘み上げている縫合針がカメラの視野内で認識しロボットのFIFO内に配置した最大本数(3本)の縫合針の最後の縫合針かどうかの決定を行う。この段階は図8

(c)の段階132で図示してある。現在把持している縫合針が最後の1本である場合には、そのアダプトロボットのロボットタスク150はコンベア移動制御タスク180に内部制御LAST PICK信号192、196を送り、図8(c)の段階134で示すように各々のロボット・アセンブリ50a、50bが現在のコンベアから最後の縫合針を摘み上げたことを示す。カメラの画角(FOV)あたりで想定される縫合針の最大本数が各々の現在の供給コンベアベルト25a(25b)から摘み上げられていない場合、例えば図8(c)の段階135に示すようにFIFOバッファ内に2本の縫合針の位置だけしか格納されていない場合、ロボット制御タスク150はコンベア制御タスク180に対してコンベアベルトを「早く」移動させるように、図7に図示してありまた図8(c)の段階136に示してあるように、INDEX CONVEYOR 1 EARLYまたはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号211、212で指示する。

【0033】コンベアの動きに影響を与える全ての信号はコンベア制御タスク180を経由するので、コンベア制御タスクはもう一方のアダプト・ロボットが受信する

ように対応するINDEX CONVEYOR 1 EARLY信号211'またはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号212'通常の動作中にロボット制御タスクがINDEX CONVEYOR 1 EARLY信号またはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号のどちらかを受信すると、FIFOバッファ155の内容を消去しコンベアから最後の縫合針を摘み上げたように動作を継続する。

【0034】最大数の縫合針を摘み上げたかまたは各々のカメラの視野に縫合針が全くないかまたは十分に存在しないことを表わすINDEX CONVEYOR 1 EARLY信号211'またはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号212'をコンベア制御タスク180から受信した結果として、図7に図示したように、もう一方のアデプト・ロボットはコンベア制御タスク180が受信するように対応するCONVEYOR 1 INDEXED EARLY信号198'またはCONVEYOR 2 INDEXED EARLY信号199'を生成する。これらの信号で対応するコンベア25a(25b)は処理を中断してベルト送りを開始する。

【0035】制御ソフトウェアはV/V+のタイムスライスに基づくデジタル出力の16ミリ秒から32ミリ秒まで変動する持続時間を考慮する必要がある。これはDON'T INDEX PRECISION CONVEYOR信号204の設定および再設定に連動して縫合針の配置に必要な最小時間の計算に影響を与える。

【0036】ロボット制御タスク150は2種類のエラーに対してエラー回復を実行する。これらのエラーは送りエラーと総数エラーに大別される。他の全てのタスクと同様、総数エラーはタスク・マネージャ240のエラー回復にตอบสนองしてロボット制御タスクを即時停止させる。ロボットがこれのFIFOに書き込まれた縫合針を待ち続け両方のコンベア・ベルトが適当な時間の間に送られなかった場合には送りエラーが発生する。ロボット制御タスク150は他のロボットに対してINDEX CONVEYOR 1 EARLY(信号211)またはINDEX CONVEYOR 2 EARLY(信号212)を経由してコンベアを送るように要求することでこの種のエラーから回復する。これによって画像制御/ロボット制御両方のシステムに現在のFIFOの内容を破棄してコンベアベルトを前進させる。

【0037】[コンベア送り制御タスク]コンベア送り制御タスク180は各々の半透明送りコンベア23a、25bの送りを開始させ、このタスクはコンベア始動タスク190により起動される。コンベアの動きに影響を与える全ての信号はコンベア制御タスク180を経由する。この流れ図を図8(d)に図示してある。

【0038】図8(d)に図示したように、また図7を更に考慮すると、コンベア送り制御タスク180の第1の段階141は、ロボット制御タスク150で内部的に

生成され各々の供給半透明コンベア25a、25bからの最後の縫合針の取り出しがアデプト・ロボット50a、50bの一方で完了したことを表わすLAST PICK信号192、196を検査することである。例えば、図8(d)の段階142で、アデプト・ロボット50a(ロボットI)がコンベアI(25a)またはコンベアII(25b)からLAST PICK信号を起動したかどうかの決定を行う。LAST PICK信号192、196をロボット・タスクから受信する結果、コンベア制御タスクはPLC120で受信するようにそれに対応するINDEX CONVEYOR 1信号198またはINDEX CONVEYOR 2信号199を生成する。これは図8(d)でそれぞれ段階143と143'として図示してある。最後の縫合針を各々のコンベアから摘み上げた後でそれぞれのアデプト・ロボット制御装置がPLC120に対して半透明送りコンベア25aを前進させるように要求することが必須である。これによって、もう一方のアデプト・ロボットは、現在の半透明コンベア25a(25b)を前進させるよう指令する前に、各々の段階144と144'でPLCが受信するようにこれに対応するINDEX CONVEYOR 1(またはINDEX CONVEYOR 2)信号を生成しなければならない。INDEX CONVEYOR 1(またはINDEX CONVEYOR 2)信号198、199両方を、段階146と146'で図示したように、各々のロボット'アセンブリから受信した後でのみ、PLC120は半透明送りコンベア25aに前進するように指令し、また段階148と148'ではコンベア制御タスク180で受信するように、対応するCONVEYOR 1 SETTLED信号241またはCONVEYOR 2 SETTLED信号242を生成する。CONVEYOR 1 SETTLED信号241とCONVEYOR 2 SETTLEDはロボット制御タスク150によりPLCがコンベア25aを(25b)を前進させるように要求されてから約2秒後に立ち上がる。コンベア制御タスク180は、各々CONVEYOR 1 SETTLEDまたはCONVEYOR 2 SETTLED信号241、242に対応する内部制御信号241'、242'を受信すると、画像制御タスク160に対して縫合針の画像化を開始するように通知する。送りコンベア25a(25b)が送られてこれに対応するCONVEYOR SETTLED信号241、242を受信すると、図8(d)の段階151と段階151'に示すように、画像制御タスク160は対応するカメラの画角内で縫合針の認識を開始できる。より特定すれば、画像制御タスク160の制御下に、直前に送ったコンベア25a(25b)のカメラ62、64がこれの照明された部分30a、30bで各々の視野を撮影し、該タスクは画像を処理して、図8(d)の段階153に図示したように各々のカメラの視野内に認識可能な縫合針が存



在しているか否かの決定を行う。

【0039】この時点で、視野内での縫合針の単なる存在または検出と「認識可能な」縫合針の存在との弁別を行う必要がある。縫合針は存在するかもしれないが、様々な理由から、各々のカメラの絞りおよび撮影システムの照明パラメータを自動調節する自動が増加アルゴリズムの実行によりカメラの撮影パラメータが画像制御タスク160を変更して処理することの出来る拡張画像をカメラが実質的にとれるようにならなければ画像制御タスク160はこれの位置座標を決定することが出来ない。定常運転中には、画像制御タスク160がすでに各々の視野内で縫合針を「認識」しているとき、自動画像化アルゴリズムは反復実行されない。自動画像化アルゴリズムの詳細については後述する。

【0040】LAST PICK信号を受信する代わりに、コンベア送り制御タスク180はカメラの現在の画角内で縫合針が認識されない場合に画像制御タスク160が内部的に生成するINDEX CONVEYOR EARLY (1または2) 信号231、232を受信するか、または最大数の縫合針が摘み上げられていないときにロボット制御タスク150が内部的に生成するINDEX CONVEYOR EARLY (1および2) 信号211、212を受信しても良い。いずれの場合でも、コンベア制御タスク180は図8(e)の流れ図に図示してあるように以下の手順を実行する。

【0041】図8(e)の段階157に図示してあるように、コンベア制御タスクはたとえばロボット制御タスク150のロボット1からの信号211などの、コンベア1から最大数量の縫合針を拾い上げることが出来なかったことを表わすINDEX CONVEYOR EARLY信号を受信している。段階159に示すように、コンベア制御タスクはすぐにこれに対応するINDEX CONVEYOR 1 EARLY信号(211')を生成して他方のアデプト・ロボットが受信する。この信号は、他方のアデプト・ロボットに対してコンベア1の縫合針の処理を停止してベルトを送るよう指示する信号である。他方のアデプト・ロボットは図8(e)の段階161に示したように対応するCONVEYOR 1 INDEXED EARLY信号(198')を生成してこれに回答し、他方のアデプト・ロボット(例えばロボット2)がコンベア1の処理を中断することと第1のアデプト・ロボット(ロボット1)の要求したようにコンベア1を先送りすることをコンベア制御タスク180に通知する。これらの信号をコンベア制御タスクが受信すると、該タスクはPLCで受信するようにINDEX CONVEYOR 1信号(198)をすぐに生成し、図8(d)に図示したようにPLCが要求されたコンベアベルト、例えばコンベア1(25a)の早送りを開始する。撮影制御タスク160の処理はこの後でCONVEYOR 1 SETTLED信号を受信すると継続す

る。

【0042】[画像制御タスク] 画像制御タスク160は2台のカメラ・アセンブリ62、64の各々が撮影した画像を制御・処理する。2台の半透明コンベアのタイミングはずらしてあるので、一度に1台のカメラだけが作動する。

【0043】より特定すれば、図3(b)に図示してあるように、画像制御タスク160は各々のカメラ62、64とインタフェースして各々の照明部分30a、30bに位置する領域を含むそのカメラのレンズの各々の視野内にある認識可能な縫合針の位置を識別する。さらに画像制御タスク160は識別した縫合針の場所の位置と方向についての情報を処理して、これらの位置をデータ線197経由でロボット制御タスクのFIFO155に書き込む。前述のように、画像制御タスクはカメラの視野内において縫合針が画像化されない場合にコンベア先送りを起動することが出来る。

【0044】すでに簡単に説明したように、画像制御タスクはコンベア25a、25bのいずれかが送りを完了する度に実行される。これが起動されると内部的に生成したCONVEYOR 1 SETTLED信号241'またはアデプト・ロボットが命令するとおりに各々の半透明送りコンベア25a、25bが送りを中止する度にPLC120で生成されてコンベア制御タスク180を通して転送されてくるCONVEYOR 2 SETTLED信号242'のいずれかが受信すると縫合針の認識を開始する。PLCが半透明送りコンベアを送るようアデプト・ロボットから要求されてから約2秒後にCONVEYOR SETTLED信号241、242の各々が高電位になる(論理値「1」)。CONVEYOR SETTLED信号1と2(241、242)はアデプト・ロボットから各々のINDEX CONVEYOR 1または2信号198、199を次にPLC120が受信するまで高電位のままである。

【0045】図8(f)に図示したように、画像制御タスク160はそのCONVEYOR SETTLED信号の関係するカメラを起動する。起動時に、カメラ62、64は段階301で示すようにコンベア・ベルト25a(25b)の透過光領域30a、30bの画像を撮影する。得られた全ての画像は段階303で示すように2進画像データへ変換し、段階305で示したように次のデジタル処理を施すのが望ましい。画像制御タスク160は「撮影ツール」を使って受け入れ可能な縫合針を検出し、受け入れ可能な縫合針の取り出しポイントの座標をロボットタスク用のFIFOバッファ155に書き込む。透過光照明領域内の「受け入れ可能な」縫合針は縫合針交換手順の間にすでに受け入れられた縫合針パラメータの許容範囲内にある縫合針である。縫合針交換手順は供給システムのソフトウェアに現在処理しようとしてるバッチ内の縫合針の種類と寸法について知らせる手順



で、後述するような縫合針バッチの変更を行う前に実行する必要がある。縫合針の半径、軸の幅、ロボットに対する縫合針の角度的な特徴、および縫合針パラメータから計算したとおりの計算領域を縫合針の指定許容範囲とする。

【0046】〔自動画像化アルゴリズム〕前述したように、検出した縫合針が認識不可能な場合、自動画像化アルゴリズムを起動してカメラの撮影パラメータを変更する。つまり、2進化画像データを図8(h)に示した段階305で処理した後、縫合針の画像が指定した半径か(段階307)、縫合針の画像が指定した軸の幅か(段階309)、縫合針の画像が指定した角度特性を有するか(段階311)また縫合針の画像が指定した許容範囲内に収まっているか(段階313)についての決定を行う。これらの基準のいずれかが仕様から外れている場合、自動画像化アルゴリズムが段階315で実行される。自動画像化手順の機能は、各々のカメラの視野にある同じ縫合針画像の一連の撮影を行い、画像間の撮影パラメータを改善することによって縫合針の認識が良好に行えるように縫合針画像を強調することにある。つまり、一連の画像の各々を撮影した後、自動画像化アルゴリズムはカメラの絞りや撮影システムの照明パラメータを自動調節し、撮影システムがカメラの視野内で正しく縫合針を画像化できるようにする。例えば、視野の照明を調節する際に、カメラの幾つかの撮影パラメータ、例えば利得、オフセット、2進化閾値などを変更することが出来る。自動画像化アルゴリズムは各々のカメラの視野で縫合針が認識されるまで実行され、縫合針交換を行うまで反復実行されることはない。

【0047】画像制御タスク160でカメラが調節されても縫合針の画像がまだ正しく撮影されないことがある。これは各々のカメラの撮影範囲が透過光源を使用しており相互に重なり合っている縫合針、各々が接触している縫合針、または視野の辺縁からはみ出してクリップされた縫合針などが認識対象として考慮されないためである。つまり、図8(h)の段階319に図示したように、画像制御タスクは縫合針の重なり合いまたは相互の接触があるかどうか段階321で決定し、視野の辺縁に縫合針が接近しすぎていないかを調べる。

【0048】考えられる全ての縫合針を認識した後、段階323で、画像制御タスクは受け入れ可能な縫合針の拾いだし座標を計算してこれをロボット制御タスクのFIFOバッファ155内に配置し、ロボットが受け入れ可能な縫合針を摘み上げ精密コンベア上へ載置できるようにする。好適実施例において、各々の半透明送りコンベアの各々のドエル周期の間に認識することの出来る縫合針の最大本数は3である。この最大値より少ない本数しか認識されないか、または全く縫合針が認識されない場合、ロボットは対応するコンベアを早送りするように信号を生成して前述のように撮影システムに処理を中断

させることが出来る。

【0049】撮影タスク160はFIFOへ書き込む縫合針座標の個数を3に制限するが、これはロボット制御タスクがFIFO155へ渡した全ての縫合針の座標で縫合針を取り出し置き直すためである。好適実施例では、撮影タスクは送りコンベアの周期毎に5秒間だけ作動するように制限されている。

【0050】画像制御タスク160は3種類のエラーについてエラー回復を実行する。これらのエラーは画像化エラー、処理エラー、総数エラーに大別される。総数エラーではタスク・マネージャのエラー回復が応答し画像制御タスク160をすぐに停止させる。画像化エラーが発生すると、画像制御タスク160は現在の視野での実行を全て保留し、INDEX CONVEYOR 1 EARLYまたはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号231、233のどちらかを生成することによって、前述のようにコンベアベルトの早送りを要求する。これらの信号を受信するとこの部分のFIFOには縫合針の座標を配置せずに撮影/ロボット制御システム両方に縫合針の現在の視野を渡す。処理エラーが発生すると、画像制御タスクは現在の縫合針についての全ての処理を保留して更に別の縫合針が利用可能なら新しい縫合針の処理を同じ視野内で開始する。その結果、撮影タスクはFIFO内に縫合針座標を挿入しない。

【0051】〔コンベア起動タスク〕コンベア初期化タスク190の機能はコンベア送り制御タスク180を起動することで、PLC120からROBOT ENABLE信号219が入ってくると起動する。一旦起動すると、図7に図示したように、このタスクはINDEX INFEED CONVEYOR 1(25a)信号237を要求した後、約2秒間待ってから、INDEX INFEED CONVEYOR 2(25b)信号239を要求する。タスク190はここで終了し、ROBOT ENABLE信号が下がってまた立ち上げられるまで再起動することはない。

【0052】〔タスク・マネージャ〕タスク・マネージャ240はソフトウェアおよびハードウェアのI/O信号、グローバル変数、撮影/ロボットシステムタスクを初期化する。撮影/ロボットシステムタスクが走ると、タスク・マネージャは現在走っている各々のタスクの完全性と状態、ならびにこれらのタスクが制御している資源を監視する。状態問合せ信号247a~247fは図7に図示してある。ここで言う資源とは、ロボット、通信ポート、I/O信号線である。タスク・マネージャはSYSTEM FAIL信号222によってPLCに、またSCADAノード・インタフェースタスク195を経由してSCADAノードへあらゆるエラーを報告する。SYSTEM FAIL信号222はロボット(タスク・マネージャが検出した)が動作を継続できないような総数エラーを認識した場合に必ず生成される。この信号

は低位が有効で、アダプト・ロボットがリセットされるまで低電位のままである。つまり、PLCはこの信号を受信するとすぐにROBOT ENABLE信号219を低電位にしなければならない。

【0053】撮影／ロボット制御ソフトウェアで総数エラーが発生した場合には、タスク・マネージャ240を使ってプログラム実行中に全ての運転状態にあるタスクと資源の状態ならびに完全性を連続的に問い合わせることによりこれらのエラーを検出し復元しようとする。発生したエラーが総数エラーだと分ると、PLC120に対してSYSTEM FAIL信号222を上げ、SCADAノード・インタフェースタスク、制御パネルタスク、タスク・マネージャ以外の全てのタスクを停止する。最後の復旧不可能なエラーの理由を表わす符号はSCADAノード・インタフェースタスク経由でSCADAノードへ供給する。場合によっては、アダプト・ロボット制御装置のモニター・ウィンドウにエラー・メッセージを表示する。SYSTEM FAIL信号を立ち上げた後、タスク・マネージャはロボットで検出された全ての問題を補正しようと試みモニター・ウィンドウを通してオペレータに通知する。たいていの場合、オペレータはもう一回ROBOT ENABLE信号を起ち上げて撮影／ロボット制御ソフトウェアをリセットするだけで良い。

【0054】[制御パネルタスク] 制御パネルタスク260は、オペレータが各種ソフトウェアの「デバッグ」ユーティリティへアクセスしたり診断ユーティリティへアクセスしたり、ロボットのスピードを制御したり、縫合針を取り出して配置するためにロボットを移動させようとする新しい位置を選択したり出来るようにするマウスで操作する形の制御パネルを表示する。また、制御パネルタスクではオペレータが撮影／ロボットシステムタスクの実行を停止させることが出来る。

【0055】[SCADAノード・インタフェースタスク] SCADAノード・インタフェースタスク195はSCADAノードからのメッセージをSCADAノードRS-232Cインタフェースへ問い合わせる。このタスクは製品の交換時に必要とされるアダプト・ロボットとカメラの設定手順を要求するSCADAノードのスレーブとして機能する。これらの要求はROBOT ENABLE信号219が無効化された場合にのみ有効である。

【0056】[レンズ制御タスク] レンズ制御タスク270はSCADAノードが撮影システムへ導入しようとする新しい製品を要求した場合にのみ起動されオフライン・プロセスとして実行されるのみである。レンズ制御タスク270は新しい縫合針のパラメータを受け取り、新しい製品の寸法に適合するように両方のカメラの画角を調節する。ズーム、焦点、レンズ絞りがこの新しい製品の導入で影響を受けるが、同様に内部システムのパラ

メータ例えば利得、2進化閾値オフセットなど画像化に使用するパラメータも影響される。カメラの調整が済むと、別の新製品を撮影／ロボットシステムに導入するまで保留される。

【0057】[製品の変更] ロボットに縫合針供給処理を開始させる前に、縫合針変更手順を起動して制御システム・ソフトウェアの撮影およびロボット制御タスクに処理しようとする縫合針の種類と寸法を通知する。このような製品変更手順は縫合針バッチの変更を行う以前に完了しておく必要がある。電源投入後第1の縫合針バッチを実行する前に変更が完了していないと、ロボットが作動可能でロボットが作動しない場合にエラー・メッセージ信号がFIX/DMACS (SCADAノード) の画面に表示される。異なる縫合針バッチの実行毎に変更が完了していない場合、画像制御タスクは実行中の縫合針を識別しない。

【0058】基本的に、システムのオペレータが適当な単位例えばミリメートルや度数でSCADAタスクのFIX/DMACS画面へデータ線を通して縫合針のパラメータを入力する。画像制御タスクが使用するこれらの縫合針パラメータには、縫合針の半径と半径の許容範囲、受け入れ可能な縫合針の角度とその許容範囲、および縫合針の幅と幅の許容範囲が含まれる。

【0059】画像制御タスクへ縫合針の変更パラメータを入力することに加えて、処理しようとする縫合針の特定のバッチに関係するカメラの初期設定パラメータもシステムが使用するSCADAノードを通して入力する。図7に図示したように、ソフトウェアはSCADAノードからユーザが供給した情報を使用してロボットを作動させる前に正しい画角寸法、焦点、ズームパラメータになるようにレンズを自動調整する。

【0060】図5(a)～図5(c)はロボットが各々の縫合針19を移動する精密コンベアの舟40を示す。各々の舟には一対のあごを設けるのが望ましく、一方のあご47は固定的に装置しておき、第2のあご49はボケット42内で摺動自在にしておく。動作において、図5(c)の矢印「A」で示した方向に押し棒46が押され、矢印「B」で示した方向に移動自在なあご49の位置を後退させるスプリング52を圧縮し、両方のあごの間のノッチ44に縫合針19を配置できるようにする。通常、スプリング52は図5(b)に示したようにバイアスしておき移動自在なあご49を嵌合位置に保持してノッチ44に縫合針19を保定する。各々の縫合針が後に行うスエーピング加工の際に各々の舟の上で正しい方向に向いているのであれば何らかの種類の解放自在な嵌合機構を設けてコンベアの舟40に縫合針19を解放自在に保定し得ることは理解されるべきである。

【0061】図6はロボット・ローディング・ソレノイド機構70を示しており、これは図8(b)の段階113に関連して説明したように精密コンベアの舟40に縫

合針を移動しようとする度にPLC120が起動する。ロボット・ローディング・ソレノイド70は適当な装着プレート72を用いて精密コンベアに装置することが出来る。精密コンベア上に装架してあるセンサーも精密コンベアの舟40の接近を検出するように設けてある。コンベアの舟がこれに縫合針を移動させるための所定位置に停止すると、ロボット・ローディング・ソレノイドの解除アーム56がPLC120の起動時にソレノイド70により作動して、ピン51の周囲を軸旋回し、押し棒46を押して移動自在なあご49を図5(c)に図示した位置まで後退させる。ロボットの把持部55a、55bがコンベアの舟40のあご47、49の間で嵌合させるために縫合針19を配置する。解除アーム56はPLC120により起動されコンベアの舟40が移動を再開するとスプリング78により引戻される(図8bの段階113参照)。

【0062】自動スエーピング装置で自動スエーピング加工を行うには縫合針が舟40の嵌合あご47、49の間のノッチ44に正確に配置されている必要がある。これは図1のシステムの流れ図の段階17で一般的に示した多軸把持部が、縫合針19の端部5に縫合糸(図示していない)を配置するために精密に位置決めした縫合針を受け取る必要がある。自動スエーピング加工装置の多軸把持部へ移動するために各々の縫合針が一定の方向に向くようにするには、縫合針の方向合わせ装置(すき)54を図9(a)~図9(e)に図示したように設けてコンベアの舟40のあご47、49の間に嵌合している間に各々の縫合針の方向を揃える。すきは図9(a)および図9(b)に最も良く図示してあるように装着[]58から突出した細長い湾曲した刃57を含む。図9(c)に図示してある好適実施例では、すきは精密コンベア35の一端8に固定的に装置しておき、前進中にコンベアの舟40に位置する縫合針19をすくい上げる。接触したら、縫合針19の湾曲部分87を持ち上げ図9(c)から図9(e)に示してあるようにすき54の湾曲した刃57に沿わせる。すき54を設けることによって縫合糸スエーピング装置へ搬送する各々の縫合針が一定の方向に向くようになる。

【0063】精密コンベアの舟の上で縫合針の方向を更に揃えるために設ける別の機構は図10(a)と図10(b)に図示した縫合針ハードストップ・アセンブリ95である。ハードストップ・アセンブリ95は駆動モータ(図示していない)により作動自在なブリー99と図10(a)に示すカム98を回転させるためのタイミング・ベルト97を含む。コンベアの舟40が図10(b)の矢印で示した前進方向に搬送されている間にコンベアの舟40の嵌合あご47、49の上の第1の位置から縫合針19の端部85にアームストップ93のブレードが接触し得る位置まで往復運動するようにアームストップ93を作動させるために、カム・フォロワ91が

設けてある。ブレード94により縫合針19の前進する動きが接近すると、コンベアの舟40の嵌合あご47、49の間へ縫合針を移動させ、嵌合あご47、49が正確な位置で、たとえば縫合針の軸部分83で縫合針に嵌合するようにさせる。カム98はタイミングベルト97で駆動されるので、アーム・ストップ93が舟40の前進に合わせた時間的關係で往復運動して各々のコンベアの舟40に載せた各々の縫合針の方向を更に揃えられるように設計してあることに注意されたい。縫合針の方向を揃えた後、アーム・ストップ93はコンベアの舟40の上部の位置へ復動してこれまでに説明したような方法で縫合針の方向を更に揃えるように待機する。

【0064】前述のような方法で精密コンベアの舟40に正しい方向に向けた縫合針19が装置されると、これが自動スエーピング装置(図示していない)へ移送され、ここで縫合針に縫合糸が固定的に装着される。図11(a)と図11(b)に図示してあるストップ・アセンブリ80は、縫合針スエーピング装置の目的の場所の端部へ舟が到着したときに縫合針を運搬するコンベアの舟40のハード・ストップを実行するための機構である。ハード・ストップ・アセンブリ80のブレード82は舟40の上の縫合針の位置の精密調整を提供する。より特定すれば、ブレード82は自動スエーピングを行うために必要な最終位置から0.001インチ以内に縫合針の方向を合わせる。

【0065】本発明についてこれの好適実施例を参照して部分的に図示した説明したが、形態や細部における前述のまたその他の変更が添付の請求項の範囲においてのみ制限されるべき本発明の趣旨と範囲から逸脱することなく成し得ることは当業者には理解されよう。

【0066】本発明の具体的な実施態様は、次の通りである。

(1) 縫合針供給装置はコンベア手段を駆動するための駆動手段を含み、ロボット制御手段が制御手段で受信する第1の信号を生成して前記コンベア手段を前記駆動手段に送らせるように前記制御手段へ要求することを含む請求項1に記載の縫合針供給装置のための制御システム。

(2) 前記制御手段は前記コンベア手段が送りを終了してドエル周期に入っていることを表わす画像追跡手段で受信する第1の信号を生成することを含む実施態様1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(3) 前記画像追跡手段は1台またはそれ以上のカメラの各々の視野内にある1つまたはそれ以上の所定の位置の各々で前記コンベア手段上の前記縫合針のビデオ画像を取得するために前記1台またはそれ以上のカメラ手段を含む請求項1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(4) 前記カメラの各々はこれに関係した複数の撮影パラメータを有し、前記画像追跡手段は前記ビデオ画像が

ら得られた縫合針のパラメータと処理しようとしている現在の縫合針のバッチに関係のある1つまたはそれ以上の受け入れ可能な縫合針パラメータとを比較するための手段を含み、前記1つまたはそれ以上の縫合針パラメータは縫合針半径、縫合針の角度、および縫合針の幅を含むグループから選択されることを特徴とする実施態様3に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(5) 前記画像追跡手段は前記縫合針の連続画像を記録し前記縫合針の前記画像がここから位置座標データを得るために受け入れ可能になるまで各々の連続画像の間で1つまたはそれ以上の画像パラメータを調節することによって縫合針の前記画像を自動的に強調するための手段を含むことを特徴とする請求項1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(6) 前記撮影パラメータが前記カメラにおける視野の大きさと絞りの制御ならびに前記カメラにおける撮影システム照明制御を含むことを特徴とする実施態様5に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(7) 前記ロボット制御手段は前記ロボットについて各々の認識した縫合針の位置と方向についての現在のデータを取得するために前記メモリ手段を自動的に検索し、全キロ戊と制御手段は現在のドエル周期で前記メモリ手段内で利用できる位置および方向データが無い場合に前記コンベア手段を更に送るように前記制御手段で受信する前記第1の信号を生成することを特徴とする実施態様1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(8) 前記位置と方向に関するデータは前記ロボットに対する各々の認識縫合針の位置座標を含み、前記制御手段は前記1つまたはそれ以上のロボットの各々の前記把持手段が前記位置座標において前記1つまたはそれ以上の縫合針を拾い上げられるように成し、前記ロボット制御手段は更に前記ロボット把持手段で前記1つまたはそれ以上の縫合針を拾い上げたことを表わし前記制御手段が受信する第2の信号を生成することを特徴とする請求項1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(9) 前記嵌合装置は前記処理位置へ前記縫合針を送るため該装置に付属する駆動手段を有する第2のコンベア手段の上に配置され、前記ロボット制御手段は前記第2のコンベア手段の前記送りを一旦停止してこれのために第2のドエル時間を生成するように前記制御手段へ要求し前記制御手段が受信する第3の信号を生成することを特徴とする実施態様8に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(10) 前記制御手段は前記ロボット把持手段が前記第2のドエル時間の間に前記嵌合装置へ前記縫合針を配置し得ることを表わし前記ロボット制御手段で受信する信号を生成することを特徴とする実施態様9に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(11) 前記ロボット制御手段は前記1台またはそれ以上のロボット手段が前記嵌合装置内に前記縫合針を配置

したことを表わし前記制御手段で受信する第4の信号を生成し、前記制御手段が前記嵌合装置の第1と第2のあいだでそこに配置された前記縫合針を掴めるように成してあることを特徴とする実施態様10に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(12) 第1のコンベアを一旦停止させる段階(a)には前記ドエル時間の間に第1のコンベアが動かないようにさせることを制御手段に要求する前記ロボット手段からの第1の制御信号を生成する段階を更に含む請求項2に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御する方法。

(13) 前記ドエル時間の間の前記コンベア上の前記縫合針を画像追跡して前記1つまたはそれ以上のロボット手段のために受け入れ可能な縫合針の位置を決定する前記段階(b)は、(a)前記第1のコンベア手段が前記ドエル周期にあることを表わす前記画像追跡手段のための信号を生成する段階と、(b)前記コンベア手段上の1つまたはそれ以上の所定の位置に各々が視野を有する1台またはそれ以上のカメラ手段から前記縫合針の画像を取得する段階と、(c)前記画像に存在する認識可能な縫合針の位置座標を調べるために前記画像を処理する段階と、(d)前記位置座標をメモリ手段に入力して前記ロボット手段からアクセスできるようにする段階とを更に含むことを特徴とする請求項2に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(14) 処理段階(b)において(a)前記画像から識別した縫合針の1つまたはそれ以上の縫合針パラメータの値を調べる段階であって、前記1つまたはそれ以上の縫合針パラメータは縫合針の半径と、縫合針の角度と、縫合針の幅とを含むグループから選択されることと、

(b)前記画像から得られた前記縫合針のパラメータ値の各々を現在処理中の縫合針のバッチに付随する受け入れ可能な縫合針のパラメータ値の所定範囲と比較する段階とを更に含むことを特徴とする実施態様13に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(15) 前記供給装置を較正するための画像強調段階を更に含み、前記強調段階は、(a)前記追跡段階の間に前記縫合針の1つの一連の画像を連続的に取得する段階と、(b)前記縫合針の前記画像が受け入れ可能な縫合針の位置を調べるためのデータを得るために受け入れ可能になるまで、各々の連続画像の間に視野の大きさと、前記カメラの絞り制御と、前記カメラの画像システムの照明制御を含むグループから選択した1台またはそれ以上の複数のカメラの撮影パラメータを調節する段階とを含むことを特徴とする請求項2に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(16) 前記処理段階(b)は前記視野内に位置する縫

合針が相互に重なり合っていないか調べる段階を更に含む実施態様13に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(17) 前記ロボット手段から前記制御手段へ受け入れ可能な縫合針の位置が利用できない場合に前記第1のコンベア手段を送るよう前記制御手段に要求する第2の制御信号を生成する段階を更に含む実施態様12に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(18) 前記縫合針各々を嵌合装置内に配置する段階

(d) が (a) 前記縫合針嵌合装置を載置した前記第2のコンベアを一時停止させて前記供給システムのために第2のドエル時間を作り出す段階と、(b) 前記第2のドエル時間の間に前記縫合針嵌合装置内へ把持している縫合針を配置するよう前記1台またはそれ以上のロボット把持手段に指示する制御信号を生成する段階とを含むことを特徴とする請求項2に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(19) 前記方法は前記嵌合装置の一对のあごが前記ロボット把持手段により前記縫合針をここに載置した後で把持できるようにするための信号を生成する段階を含むことを特徴とする実施態様18に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(20) 押し棒手段を作動させて前記一对の嵌合あごの一方のあごを後退させこれらの間に前記縫合針を配置できるようにする段階を更に含み、前記作動させる段階は前記一对の嵌合あごの間に前記縫合針を配置する前に行われることを特徴とする実施態様18に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(21) 前記第2のコンベア手段に載置されるときに前記縫合針の方向を揃える段階を更に含むことを特徴とする実施態様18に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

#### 【0067】

【発明の効果】本発明は前進するコンベア上に無作意に位置する縫合針を嵌合装置へ自動的に搬送しさらに自動縫合針スエーピング装置へ搬送するための縫合針供給装置のための制御システムが得られる効果がある。

【0068】さらに本発明は、頻繁な手作業からオペレータを事実上解放する経済的な縫合針の位置揃え装置が得られる効果がある。

【0069】さらに本発明は、縫合針の位置揃え機能の完全性を維持し位置揃えし方向を揃えた縫合針を完全自動縫合針スエーピング装置へ高速かつ効率的に搬送できるようにする自動縫合針位置揃え装置のためのロボット

制御システムが得られる効果がある。

【0070】さらに本発明は、前進するコンベア上に無作意に位置する縫合針を嵌合装置へ自動的に搬送しさらに自動縫合針スエーピング装置へ搬送するための縫合針供給装置のための制御システムが得られる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の縫合針位置揃え装置における処理工程を示すブロック図である。

【図2】カシメ端85と円筒状部分83を有する手術用縫合針を示す。

【図3】(a)は、本発明の縫合針位置揃え装置20の立面図、(b)は、第1と第2のコンベア手段の上部にあるロボット・アセンブリと各々の縫合針の位置を追跡するための2台のビデオカメラを含む追跡手段と前記データを処理するための制御システム手段を示す縫合針位置揃え装置の側面立面図である。

【図4】一本ずつ縫合針を取り出し半透明のコンベア上に配置するための縫合針供給手段の詳細側面図である。

【図5】(a)は、方向を揃えた縫合針に嵌合しこれを保持してスエーピング部へ送るためのあごを有する精密コンベアの舟の詳細図、(b)は、(a)に図示したボート部の線5〜5に沿う精密コンベアの舟の詳細立面図、(c)は、自動スエーピングのために方向を揃えた縫合針を配置するために延出した可動あごを有する精密コンベアの舟の詳細図である。

【図6】前記精密コンベアの舟のあごを作動させるロボット積荷ソレノイドの側面図である。

【図7】本発明の供給制御システムの制御タスクの各々についての制御とデータの流れを示す略図である。

【図8】(a)〜(f)は、本発明の縫合針供給制御システムが実行すべき各種のロボット制御、視覚制御、コンベア送り作業についての流れ図である。

【図9】(a)は、自動スエーピング加工の前に縫合針がコンベアの舟に均一な方向に並ぶようにする縫合針ロールオーバー(すき上げ)の側面図と、(b)は、(a)の線9〜9に沿って見たすき上げ部の正面図、(c)〜(e)は、精密コンベアの舟40の上に縫合針を一方に並べるすき54を示す正面図である。

【図10】(a)は、コンベアの舟40の嵌合あご内部で縫合針19の向きを更に揃えるための縫合針ハードストップ・アセンブリ95の側面図、(b)は、コンベアの舟40の嵌合あご内部で縫合針19の向きを更に揃えるための縫合針ハードストップ・アセンブリの上面図である。

【図11】(a)は、コンベアの舟40の上で縫合針の向きを更に揃えるためのストップ・アセンブリの側面図、(b)は、(a)の線11〜11に沿って見たコンベアの舟40の上で縫合針の向きを更に揃えるためのストップ・アセンブリの正面図である。

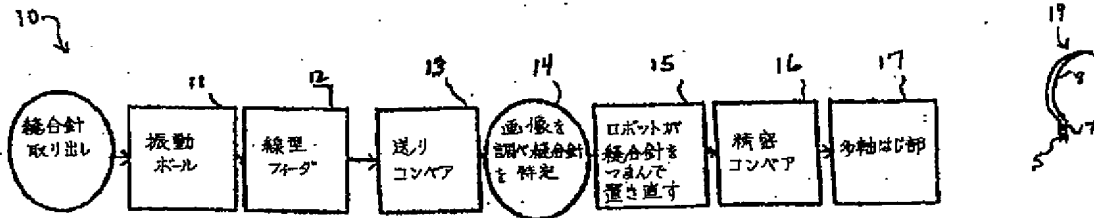
#### 【符号の説明】

120 PLC  
 150 ロボット制御タスク  
 155 FIFO  
 160 画像制御タスク  
 180 コンベア運転制御タスク

190 コンベア始動タスク  
 195 SCADAノード・インタフェースタスク  
 240 タスクマネージャ  
 260 制御パネルタスク  
 270 レンズ制御タスク

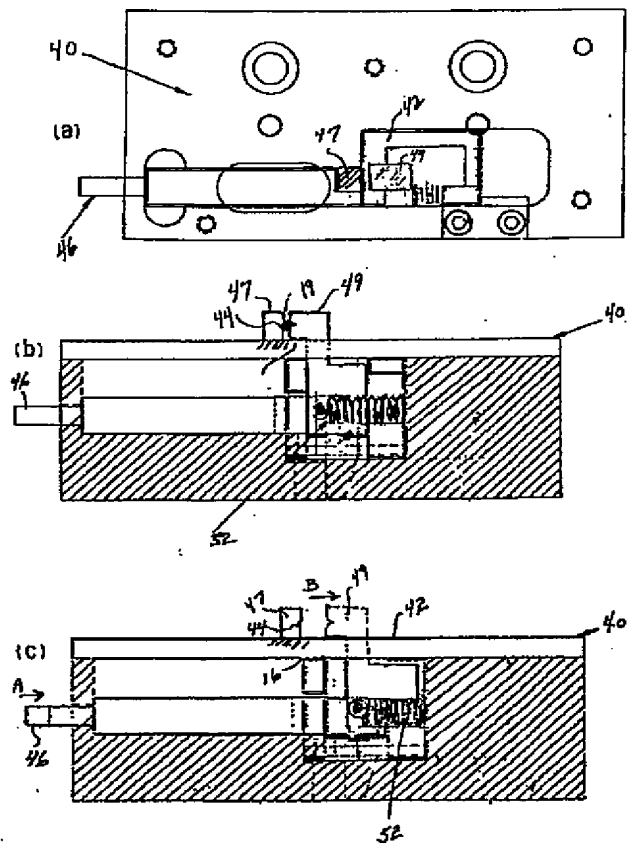
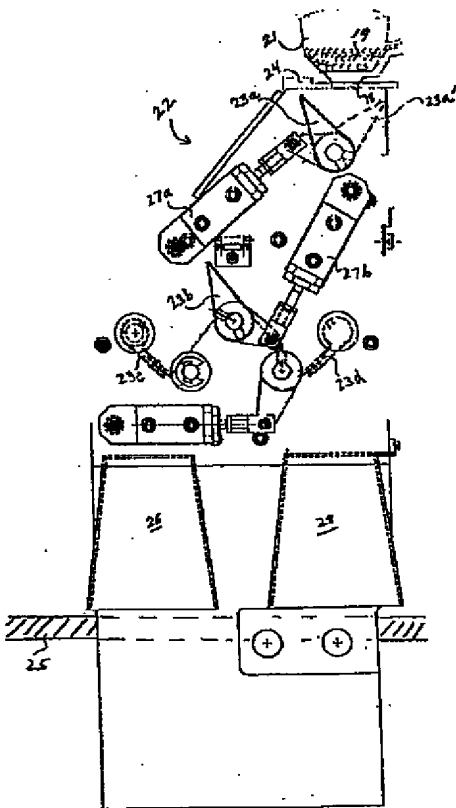
【図1】

【図2】

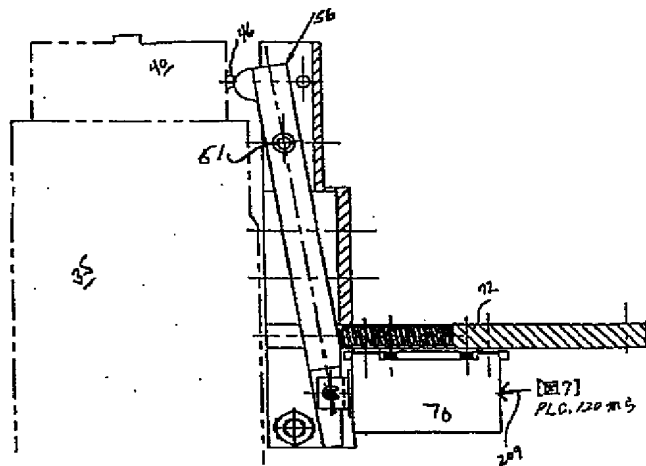


【図4】

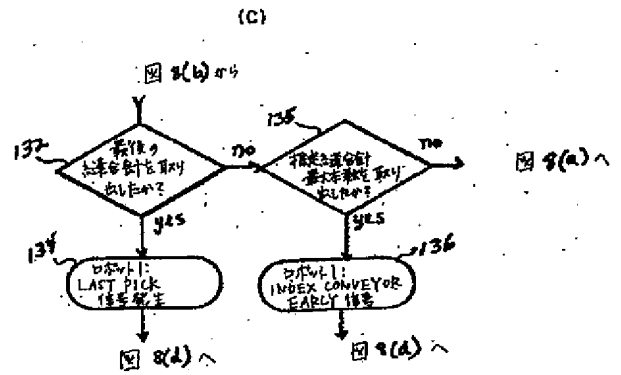
【図5】



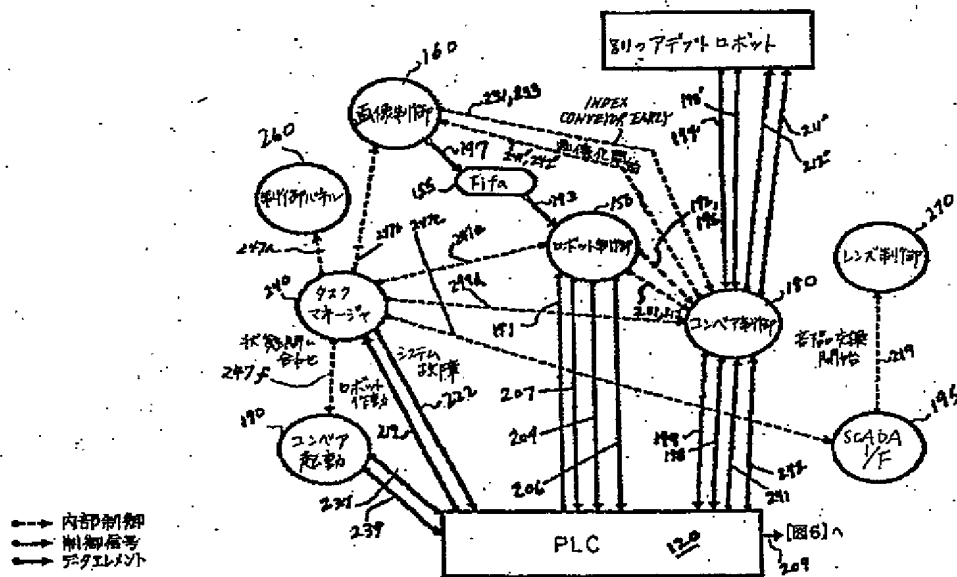
【図6】



【図8】

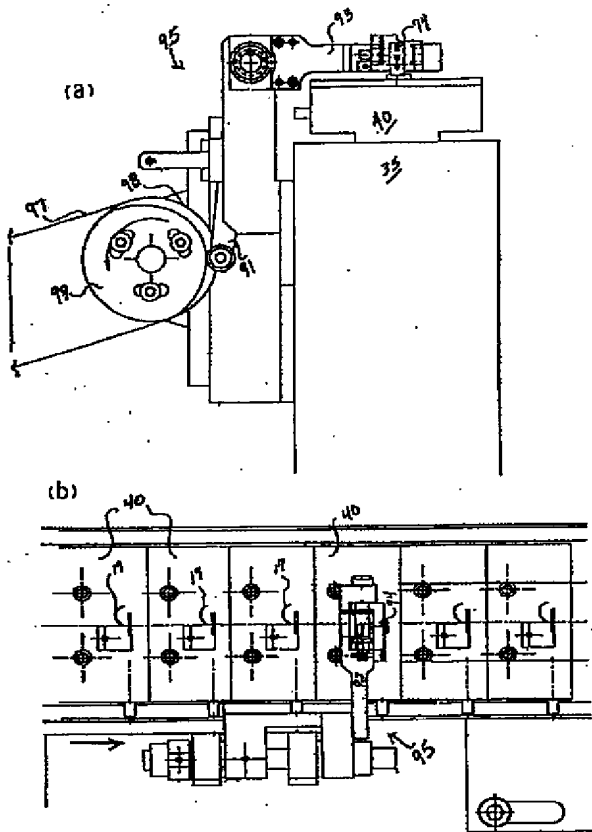


【図7】

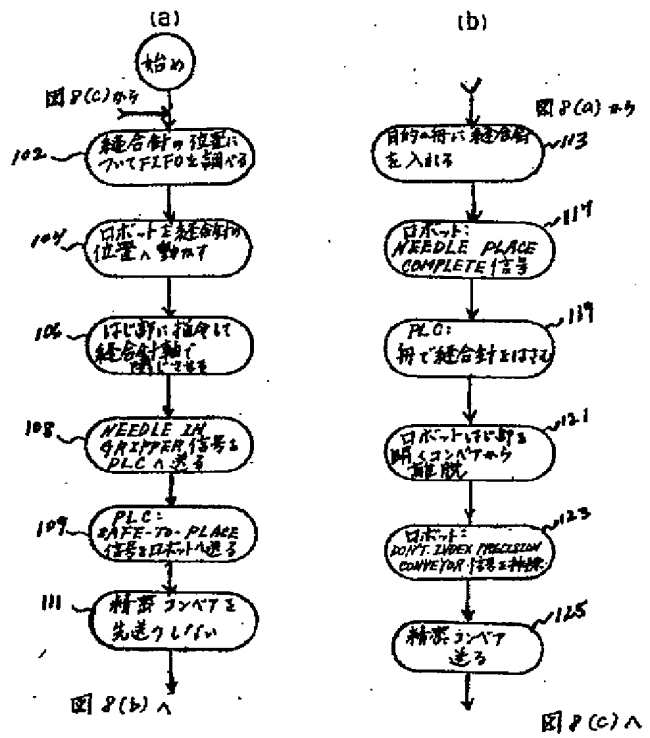




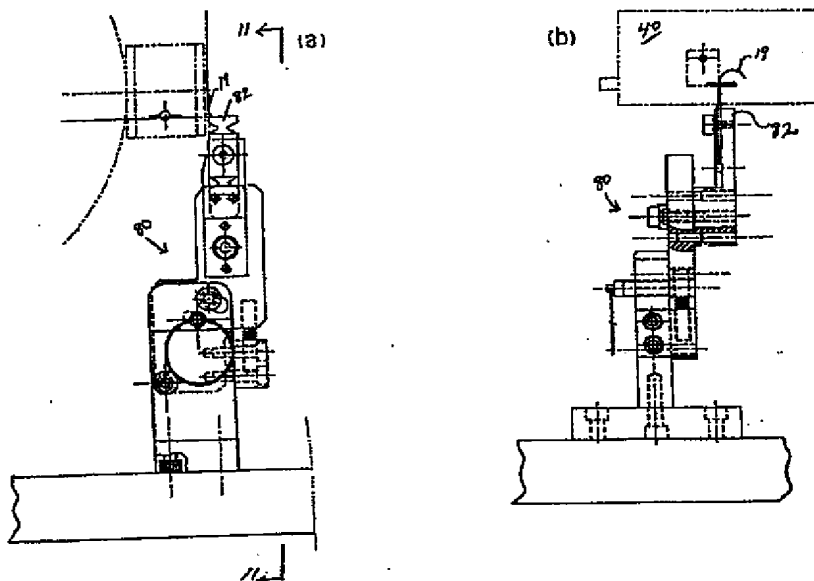
【図10】



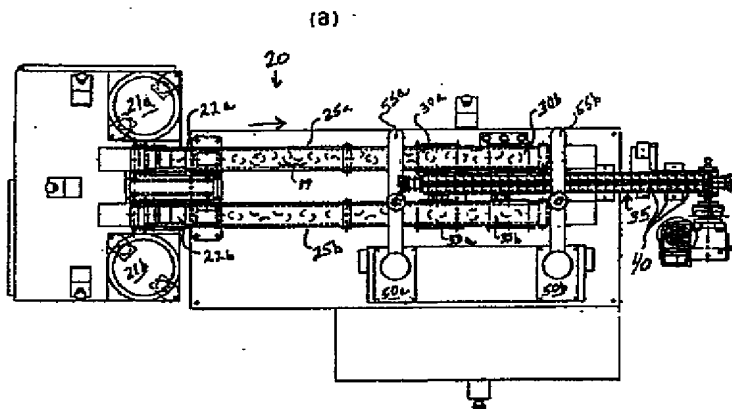
【図8】



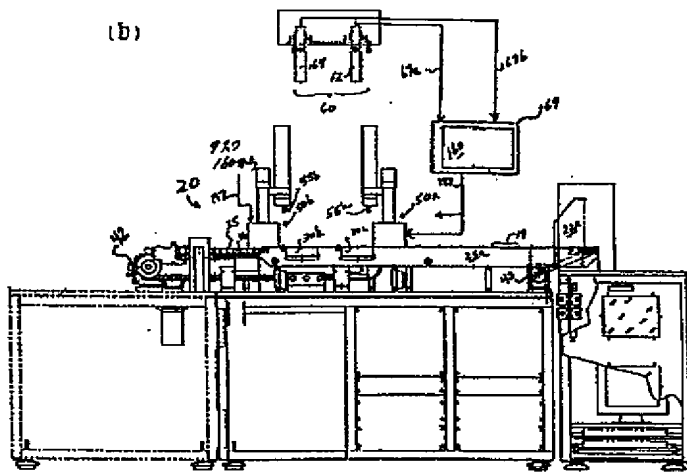
【図11】



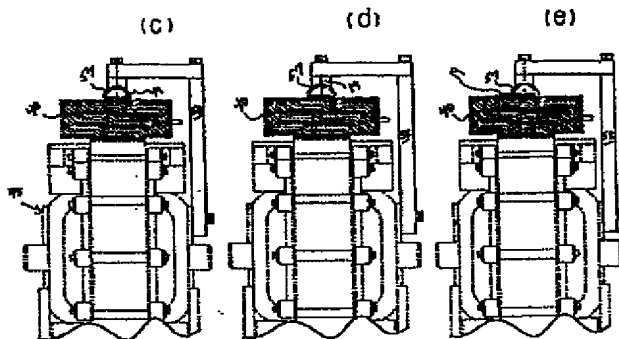
【図3】



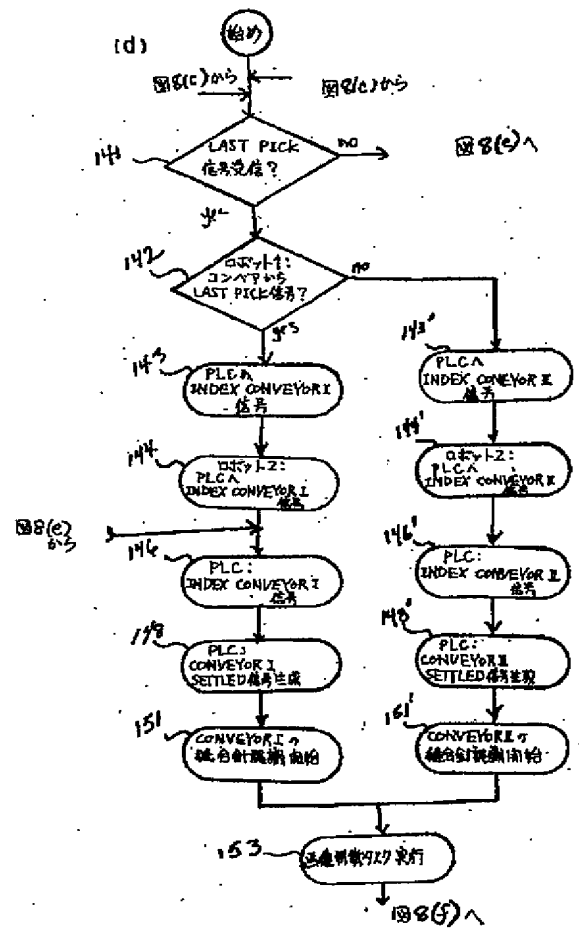
【図3】



【図9】



【図8】





## 【手続補正書】

【提出日】平成7年8月10日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】縫合針の位置揃え兼供給装置のためのロボット制御システムおよび縫合針の自動供給装置の制御方法

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 無作意な位置におかれた縫合針を更に処理する位置へ自動的に移動させるための縫合針供給装置のための制御システムであって、前記縫合針供給装置は前記縫合針を取り出し配置するための把持手段を各々が有する1台またはそれ以上のロボットを含み、

(a) 前記コンベア手段を一旦停止させ前記供給装置のためにドエル周期を生成するための制御手段と、

(b) 前記制御手段と通信して前記コンベア手段上の1つまたはそれ以上の所定の位置にある縫合針を画像化するためと前記ドエル周期の間に各々の画像化した縫合針についての位置および方向に関するデータを調べるための画像追跡手段と、

(c) 前記画像追跡手段から受信した前記位置と方向のデータを一時的に記憶させておくためのメモリー手段と、

(d) 前記メモリー手段から前記画像化した縫合針に対応する前記記憶してある位置と方向のデータを取り出し、前記ロボットの1台に前記各々の位置と方向のデータに従って前記画像化した縫合針を摘み上げ前記嵌合装置に前記縫合針を配置させるためのロボット制御手段と、

を含むことを特徴とする制御システム。

【請求項2】 無作意な位置におかれた縫合針を乗せる第1のコンベアと複数の縫合針嵌合装置を配置してある第2のコンベアと前記送りコンベアから縫合針を拾い上げるための把持手段を各々が有する1台またはそれ以上のロボット手段を有する1つの位置から別の位置へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法であって、

(a) 前記第1のコンベアを一旦停止させて前記供給装置のためのドエル時間を生成する段階と、

(b) 前記ドエル時間の間に画像追跡手段を用いて前記コンベア上の前記縫合針を画像追跡し前記1台またはそれ以上のロボット手段で受け入れ可能な縫合針の位置を調べる段階と、

(c) 前記1台またはそれ以上のロボットの把持手段により前記受け入れ可能な縫合針位置にある前記縫合針を拾い上げる段階と、

(d) 前記縫合針嵌合装置の1つに各々の縫合針を装置してこれを更に搬送する段階とを含むことを特徴とする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は一般に縫合糸をすでに装着してある外科用縫合針などの縫合糸付き縫合針を自動的に作成するための装置に関し、より特定すれば無作意な位置にある外科用縫合針を1つの場所に自動的に移動しこれの方向を揃えて別の場所へ搬送する針供給装置のための制御システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】大半の縫合糸付き縫合針、すなわち今日外科医や医療関係者が使用しているような一端に縫合糸を装着してある縫合針は、米国特許第3,611,551号、第3,980,177号、第4,922,904号などに説明されているように、手動および半自動的な方法を用いて製造されている。例えば、米国特許第3,611,551号で解説しているように、スエージ下降するため縫合針内に縫合糸を正確に配置し、異なる太さ（ゲージ）の燃糸をスエージ加工する際にスエージ・ダイを調節してスエージ加工圧を増加または減少させるにはオペレータによる手作業が必要となる。この処理工程はスエージ加工を行うために手動位置合わせが必要なことから人件費と効率の面で高価である。

【0003】今日、縫合糸の素材は糸巻きまたは芯や被駆動スプールに巻いた状態で供給され、これを切断しスエージ加工しようとする縫合針の端部に配置する。米国特許第3,980,177号では、縫合芯の材料はスプールから供給され回転式のテンションラックを通り、ここで一樣な長さに燃糸が切断される。つまり、縫合糸の長さはラックの大きさで決まり、ラックに巻き取られた燃糸材料を切断するためにはラックの調整を手作業で行う必要がある。更に、異なる長さの燃糸を所望する場合には毎回ラックを手作業で変更する必要がある。

【0004】米国特許第4,922,904号では、燃糸材料はボビンに巻いた状態で供給され、様々なガイド手段とヒーターを通して素材を延伸させ、その後縫合針の圧着溝に挿入される。本明細書に図示した1つの実施例では、スエージ加工する前に縫合針の圧着溝内に垂らした縫合糸を位置合わせするために高精細テレビジョン・モニター手段が必要である。同実施例では、回転エンコーダ装置を用いてボビンから引き出した縫合糸素材の長さを決定してから切断している。別の実施例では、不定長の縫合糸材料を縫合針にスエージ加工した後、縫合針-縫合糸アセンブリを所定の距離だけ送り出してから切断し、所定の長さの縫合糸を得ている。つまり、一定の長さの縫合糸材料を得るには、注意深い操作と精密な制御が毎回必要であり、これらの作業に用いる工程は人

時間工賃と効率の面でも高価である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】かかる従来の問題点に鑑み、完全に自動化しかつ縫合針に縫合糸を圧着するために自動スエーシング装置へ搬送する縫合針を自動的に供給できる縫合糸付き縫合針製造包装システムを提供するのが非常に望ましい。

【0006】自動スエーシング部へ次々と送り出す縫合針の向きを効率のかつ正確に揃えることが出来る縫合針位置揃え装置を提供することも非常に望ましい。

【0007】縫合針位置揃え兼搬送機能の効率ならびに完全性を維持するためのロボット制御システムを提供することが更に望ましい。

【0008】従って、本発明の目的は正しい方向を向いた個々の縫合針を完全自動式縫合針スエーシング装置へ搬送する自動縫合針位置揃え装置のための制御システムを提供することである。

【0009】本発明の別の目的は、頻繁な手作業からオペレータを事実上解放する経済的な縫合針の位置揃え装置を提供することである。

【0010】本発明の更に別の目的は縫合針の位置揃え機能の完全性を維持し位置揃えし方向を揃えた縫合針を完全自動縫合針スエーシング装置へ高速かつ効率的に搬送できるようにする自動縫合針位置揃え装置のためのロボット制御システムを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、前進するコンベア上に無作意に位置する縫合針を嵌合装置へ自動的に搬送し、さらに自動縫合針スエーシング装置へ搬送するための縫合針供給装置のための制御システムによって実現される。該縫合針供給装置は縫合針を揃えて置き直すための把持装置を各々が有する1台またはそれ以上のロボットを含む。該制御システムは、前進するコンベアをいったん停止させて供給装置のためのドエル周期を作成するための制御装置と、前進するコンベア上の1つまたはそれ以上の所定の位置で縫合針を視覚的に認識するためと該ドエル周期の間に認識した各々の縫合針についての位置および方向のデータを決定するための視覚的追跡装置と、前記視覚的追跡装置から受信した前記位置および方向のデータを一時的に記憶しておくためのメモリー装置と、視覚的に認識した縫合針に対応する記憶した位置および方向のデータを前記メモリー装置から取り出すためと前記ロボットの1台が認識した縫合針を各々の位置および方向のデータに従って取上げ該縫合針を嵌合装置に装着できるようにするためのロボット制御装置を含む。

【0012】縫合針位置揃えシステムには前述のような方法で作動する第2のロボット・アセンブリ手段を冗長性視覚的追跡装置とともに設けてある。冗長性はシステムが毎分60本で連続的に絶え間なく流れる縫合針を自

動スエーシング装置へ供給できるように設計してある。

【0013】

【実施例】本発明のさらなる利点および特徴は、以下の詳細な説明と本発明の好適実施例を特定した図示する添付の図面とを合わせて吟味熟読することにより明らかとなる。

【0014】本発明は、各種寸法の手術用縫合針を自動的に仕分け選別し、自動スエーシング装置へ搬送し、ここで各々の縫合針に縫合糸を装着させるように設計した縫合針供給装置のための制御システムに関する。一般的な手術用縫合針19は円柱上の部分7、湾曲した針先部分8、縫合糸を受け入れる端部または縫合糸をスエーシング加工するための開口部5を有し、これを図2に図示してある。

【0015】一般に、図1に図示した縫合針仕分工程10において、段階11で縫合針は第1に振動するボールに載せられ、段階12で自動的に向きを揃え、段階13で直線的に半透明の前進するコンベアへ供給され、段階14で視覚追跡システムにより縫合針の方向ならびに位置についての評価を行い、段階15でロボット装置により拾い上げられ、段階16でロボット装置により嵌合舟へ運ばれ、最終的に段階17で多軸移動手段により搬送され後続のスエーシング加工装置へ更に送り出される。各々の段階を実行するのに使用する装置について以下で詳細に説明する。縫合針位置揃え装置の詳細な説明は、本発明の譲受人と同じ譲受人に譲受される同時出願中の特許出願第181,600号(事件番号8920)に見ることが出来る。

【0016】縫合針位置揃え供給装置20の好適実施例は、図3にシステムの上面図、図4に側面図が図示してある。本明細書に図示したように、縫合針19は2台の振動するボールまたはホップ21a、21bの各々にまとめて供給され、ここでそれぞれの仕分け選別アセンブリ22a、22bを使って1本ずつ分けられ、2台の半透明コンベア25a、25bの各々に無作意に配置される。2台の半透明コンベア25a、25bは方向の不揃いな縫合針19を図3の矢印で示した方向に搬送し、その位置と方向を遠隔的に配置した視覚的追跡システムにより評価する。追跡システムについては図4に関連して以下で説明する。

【0017】本追跡システムは、(透過光式)照明台30a、30bの上を縫合針が前進する際に半透明コンベア25aの上に乗せられた縫合針各々の方向と位置を評価し、さらに(透過光式)照明台33a、33bの上を縫合針が前進する際に半透明コンベア25bの上の各々の縫合針の方向と位置も評価する。視覚追跡システムから得られた方向と位置に関する情報を処理し2台のロボット・アセンブリ50a、50bが利用できる情報に変換して、各々のロボットの把持部55a、55bに指令し、半透明コンベアの一方から識別した縫合針を拾い上

げて図3に図示した半透明コンベアと同じ方向に前進している精密コンベア上に配置してある各々の嵌合舟40へ移動させる。本発明の制御システムは、ロボットの把持部、たとえばロボット・アセンブリ50aの把持部55a等に命令してシステムのドエル周期、すなわちコンベアが一時停止している間に追跡した縫合針を2台のコンベア25a、25bの一方からつまみ出す。無作意に配置した縫合針19の方向が把持部55a、55bのいずれかで取り出せないような方向にあるとき、または移動範囲外にあるため精密コンベア上へ縫合針を載置できない場合、制御システムは回復手順を実行して、毎分60本の速度でスエージ加工する自動高速スエージング装置(図示していない)へ精密コンベアが供給する縫合針に欠品が出ないようにする。

【0018】好適実施例において、各々のコンベア25a、25bのタイミングは同一だが、ドエル周期は相互に違っている。タイミングがずらしてあるため、視覚追跡システムは一方の前進するコンベアたとえば25aの上の縫合針を識別し、両方のロボットが他方の前進コンベア25bから縫合針を取り出して精密コンベアの各々の嵌合舟に各々の縫合針を載置する。同様に、両方のロボットが前進するコンベア25aから縫合針を取り出している間、視覚追跡システムはもう一方の前進コンベア25bの縫合針を識別する。

【0019】自動スエージ/巻き付け処理10の第1の段階は供給装置例えばボールまたはホッパから縫合針分別アセンブリへ所定の量の縫合針19を供給することである。図5の側面図に図示した好適実施例では、振動式ホッパまたはボール21に適当な光学式または機械式計数装置たとえばセンサープレート24を設けて、6本までの縫合針がいちどに選別アセンブリへ供給されるようにしている。縫合針19は振動式ホッパ21からゲート18へ供給され、重力によって縫合針選別アセンブリ内を落下するが、これには一連の偏向扉23a、23bとトラップ扉23c、23dが含まれており、交互に2つの位置に移動して落下してくる縫合針の半分を仕切られた2つのシュートの各々に落下させ、可動式の半透明コンベア25a、25bへ最終的に載置する。図5に図示した位置に偏向扉23aがあるとき、縫合針選別アセンブリ22に投入された縫合針19はすべて落下の方向が曲げられて外側の受け皿へ落とされ、ここから縫合針は更にホッパ21へ戻される。偏向扉22aが図5の破線で示した偏向扉23a'の第2の位置にある場合、仕分アセンブリを落下中に縫合針19が12本までセンサー44で計数され、偏向扉23bとトラップ扉23c、23dの適当な切り換えにより一本づつに分けられる。偏向扉23a、23bとトラップ扉23c、23dの往復運動は6本ずつの縫合針が各々のコンベア25a、25bの2系統に1度に配置されるようにタイミングを合わせてある。好適実施例では、この本数の縫合針が載置さ

れると前進するコンベア上で約8インチの長さを占有し、これによって縫合針同志が載置されたときに十分に離れるようにしてある。望ましくは、偏向扉23a、23bが自動制御システムの制御下に往復運動し、2つの位置の間で交互に位置が変わるようにタイミングをとり、3本ずつの縫合針が各々の落下シュート26、28を通して各々の半透明前進コンベア上へ落下できるようにする。両方の偏向扉23a、23bは各々円柱状のピストン27a、27bおよび適切な電磁石または油圧モーター(図示していない)で駆動される。半透明の前進コンベア25a、25bに載置する縫合針19はどれも位置がバラバラで、方向がそろっていないことを理解するべきである。望ましくは、各々の半透明前進コンベア25a、25bは毎秒4インチ(4インチ/秒)の一定した速度で駆動され図3に図示したように精密コンベアと平行に走る無限ベルト式のコンベアとするのが望ましい。

【0020】前述のように、また図3に示すように、ロボット・アセンブリは各々の縫合針分別アセンブリ22a、22bの後方で精密コンベアと半透明の前進コンベアの両方に近い位置に配置した2台のロボット50a、50bを含む。本明細書で説明する好適実施例では、各々のロボット・アセンブリ50a、50bはアデプト社604S型ロボットで、各々のロボットに対応するアデプトCC制御装置で制御すると毎分40回程度の速度で縫合針の移動を実行する能力を有している。各々のロボットは4軸SCARA(選択的コンプライアンス・アセンブリ・ロボット・アーム)型ロボットで、4つの関節を含む。関節1は±100°の回転運動範囲を有する肩関節、関節2は±140°の回転運動範囲を有する肘関節、関節3は上下運動の方向に150ミリメートルまでロボットの指先を運動させる移動運動を提供し、関節4は手首関節で指先の±360°の回転運動を提供する。ロボットの把持部55a、55bは各々のロボット・アセンブリ50a、50bの指先に装着してあり、空気シリンダ(図示していない)から供給する圧力によって把持動作を提供することが出来る。

【0021】図4を参照すると、一方向に向いた手術用縫合針を毎秒1本(1縫合針/毎秒)自動スエージ装置へ転送するのに十分な速度で駆動モータ・アセンブリ42により駆動される精密コンベア35が図示してある。前進コンベア25a、25bを駆動するために同様な駆動モータ・アセンブリを設けてある。詳細については後述するように、各々の駆動モータ・アセンブリ42、43は制御システム69とインタフェースしこれの制御下に作動して、前進運動を一時停止させ、前進コンベアから精密コンベアへの縫合針の取り出しと移動を行えるようにしてある。好適実施例において、制御システム69はアデプト・ロボット制御装置および視覚的追跡システムの部材とデジタル的に通信して供給システムを制御す

るためのプログラマブル論理制御装置(PLC)を含む。

【0022】図4に図示してあるように、視覚的追跡システムは前進コンベア25aの各々の照明載物台部分30a、30bの上部に1台ずつ配置した2台のビデオカメラ62、64を含む。詳細については後述するが、各々のカメラ62、64から得られた縫合針のビデオ画像はビットマップ処理または適切なデジタル化処理が施され、適当な転送媒体例えば図4に示す通信線67a、67bを経由して遠隔的に配置した制御システムのコンピュータ69へ転送し、ここで画像制御タスク160がビデオ画像を処理し、通信線197経由で各々のロボット50a、50bへデータを入力する。コンベア25a、25bを半透明にし、また各々の部分30a、30bと33a、33bで透過光照明を当てるようにして、上部にあるカメラ・アセンブリにより処理用の鮮鋭なビデオ画像が得られるようにするのが望ましい。説明の目的で、図4には2本の照明載物台に対応するビデオカメラが2台62、64だけ図示してあることが理解されよう。しかし、本発明はコンベア25bの照明部分33a、33bに対応する第2のビデオカメラの組(図示していない)を含み、前述の通り、ロボットがコンベア25aから縫合針を取り出して配置し直している間にコンベア25bの上の縫合針の2進画像が得られるように構成してある。本システムに組み込んである冗長性によって、スレージング装置へ供給する縫合針が一時的に不足することはなく、またスレージング装置へ供給するための向きを描いた縫合針の最大供給量が達成されるように構成してある。ロボット技術が進歩した場合、またロボット・アセンブリが更に速い速度で更に多くの動きを行えるようになれば、第2の組のカメラと第2のロボット・アセンブリはもはや必要ではなくなる。更に、十分高速で正確なロボット・アセンブリは移動するコンベアから無作意に置かれた縫合針を拾い上げ直接スレージング装置へ向きを描いて配置することも出来るようになる。

【0023】好適実施例において、各々のカメラ62、64は透過光照明式コンベア25a、25bの各々の約1メートル上方に装置してあり、適当なアダプタを使えば交換自在な焦点距離が10ミリメートルから140ミリメートルの電子制御式望遠レンズを使用している。適切なレンズ制御装置を用いて光量・絞り、焦点、および画角を各々のカメラのレンズについて設定し、RS-232Cリンクを経由してアダプタ制御装置とインタフェースさせてある。

【0024】縫合針選別供給装置のための制御システムのさらなる部材には供給システムを監視し指令するために使用するSCADAノード(図示していない)が含まれる。このノードはアダプタ制御装置の各々と独立したRS-232Cリンクでインタフェースし、これを用

いてデータ情報例えば縫合針のパラメータやエラー・メッセージ、および状態メッセージなどを運転中にアダプタ制御装置へダウンロードする。SCADAノードは商業的に利用可能なFIXDMACSソフトウェアを走らせるパーソナル・コンピュータまたはこれに類似の適当な装置を含む。シリアル通信を用いて後述する縫合針交換手順の間にFIX/DMACSの「アダプタ設定」画面へ入力した縫合針のパラメータを変更する。オペレータが縫合針のパラメータを入力してから交換を開始すると、FIX/DMACSノードはこれらのパラメータをロボット制御装置へ転送する。

【0025】本発明のロボット/視覚制御システム69は縫合針並べ替え供給システム10により実行する特定のタスクに各々が関係し、PLC120の制御下に実行される独立したコンピュータ・ソフトウェアプログラムを含む。実行するタスクと該タスクを有効にするためのPLC制御信号の流れ図による表現を図9(a)～図12(b)に示す。図8に図示したように、本発明のロボット制御システム69用のソフトウェアは8つの主要なタスクを実行する。ロボット制御タスク150、画像制御タスク160、コンベア運転制御タスク180、SCADAノード・インタフェースタスク195、制御パネルタスク260、タスク・マネージャ240、コンベア初期化タスク190、およびレンズ制御タスク195である。上述のこれら8つのタスクのうち、初めの6つのタスクは後述するように縫合針供給安定状態運転中は作動状態にある。図8には更にタスク間のデータの流れとタスクを起動する信号を図示してある。好適実施例において使用しているソフトウェアの言語はアダプタ社のV/V+言語で、これはマルチタスク環境における画像とロボット両方の制御を支援するものである。

【0026】各々のロボット・アセンブリ、制御装置、およびカメラの視覚的追跡システムは供給システムが正しく機能するように注意深い較正と設定の手順が必要である。例えば、各ロボット・アセンブリは関節位置を設定し関節の運動限界を規定してロボットが作動したときに構造上の損傷を受けないようにする必要がある。更に、カメラ対ロボットの較正を行い、視覚系システムが縫合針の位置座標を正確に計算してロボットが取り出し位置へ動けるようにしなければならない。この手順はカメラの画角と各々のロボットの据付位置の間の変換行列を提供する。

【0027】PLC120はロボット制御装置とロボットの電源投入を行う。ロボット較正手順は電源投入後に起動されロボットの関節を既知の「ホーム」ポジションへ移動させてデジタル・エンコーダ(図示していない)を同期させる。

【0028】PLC120、ロボット制御装置、およびコンベア25a、25bの起動処理は時間的關係が重要である。ロボット制御装置の側から見ると、ROBOT



ENABLE信号219をPLC120が有効にする、ロボット制御タスク150、画像制御タスク160、コンベア移動制御タスク180、コンベア初期化タスク190を実行して通常のサイクルを開始する。これによってコンベア25aの移動が開始され、2秒間だけ待って詳細を後述するように第2のコンベア25bを起動する。PLCは同時にもう一方のアデプト・ロボットにもROBOTENABLE信号を有効にする。この方法だと、PLCは縫合針供給システムと前進コンベアとスエー腎愚僧 $\pi$ の起動をROBOT ENABLE信号の起ち上げで行うことが出来る。詳細については後述するように、ROBOT ENABLE信号を引き下げると、アデプト・ロボットは通常処理を停止してSCADAノードからの要求に応答するようになる。

【0029】[ロボット制御タスク]各々のロボット・アセンブリ50a、50bに対するそれぞれのアデプト制御装置に関連して単一のロボット制御タスクが存在するが、図8では1つだけを要素150として図示してある。ロボット制御タスク150の制御システム・ソフトウェアは各々のロボット・アセンブリ50a、50bを資源として管理し、画像制御タスク160で生成されたここから入力される識別した縫合針の位置をFIFOバッファから読み取り、縫合針配置のハンドシェイクを行うため制御システム69のプログラマブル論理制御装置(PLC)120とインタフェースして、コンベア・ベルト25a、25bの移動を開始させる。

【0030】図9(a)～図10のブロック図に図示したように、各々のロボット・アセンブリ50a、50bに対して安定状態にあるロボット制御タスク150の運転は次のようになる：

【0031】第1に、各々のロボット制御装置はデータ線193経由で入力FIFO155を連続的に読み出して段階102で図示したように各々の半透明コンベア25a、25bの上の識別した縫合針の位置についての位置座標データを取得する。縫合針位置についてのデータは、詳細について後述するように各々のデータ線197を経由して画像制御タスク160へ供給する。受け入れ可能な(認識可能な)縫合針位置がFIFOバッファ155に入力されると、ロボット制御装置はバッファから縫合針位置を除去してロボットの把持腕55a(55b)に指令を出し、段階104に示すようにコンベアベルト上のその位置へ移動させる。次に、各々の認識した縫合針について、ロボット制御タスク150はロボットの把持腕55a(55b)に命令を送って、段階106に示したように縫合針の円柱状部分7で閉咬させてからコンベアから離昇させ、精密コンベア35に近い到達位置へ移動させる。ロボット制御タスクは次に段階108に示したようにNEEDLE IN GRIPPER信号207をPLC宛てに生成し、PLC120からの応答を待つ。図9(a)の段階109に図示したように、ま

た更に図8を見るとPLCがロボットタスクの生成したNEEDLE IN GRIPPER信号207を受信すると、PLC120はロボット50a、50bの各々が受信するSAFE TO PLACE信号191を生成する。SAFE TO PLACE信号191の目的は各々のロボット・アセンブリに対して縫合針がコンベア35の精密コンベア舟40に配置できることを通知することである。SAFE TO PLACE信号191の受信に応答して、縫合針を精密コンベア35上に配置する直前に、ロボット制御タスク150は段階111でPLC120が受信するDON'T INDEX PRECISION CONVEYOR信号204を生成する。この信号が高電位例えば論理値「1」の状態にある間、アデプト・ロボット50aまたは50bは図9(b)の段階113に図示したように精密コンベア35の舟40に縫合針を載置しようとする。これにより後述するように精密コンベアの嵌合舟40の嵌合あご47、49の後退を開始させこれらの間に縫合針を配置できるようにする。ロボットの動きが止まり縫合針が載置されると、段階117でロボットタスク150はPLC120の受信するNEEDLE PLACE COMPLETE信号206を生成し、段階119でPLCは適切な制御信号209を生成して精密コンベアの嵌合舟の嵌合あご40が縫合針に嵌合できるようにする。好適実施例において、NEEDLE PLACE COMPLETE信号206のドエル時間はおおよそ48～64ミリ秒である。この信号を有効にした後、ロボット・アセンブリ50a、50bは同じ時間間隔に渡り縫合針をその位置で保持し続ける(48～64ミリ秒)その直後、ロボットは把持部を開咬し、図9(b)の段階121に示すように嵌合舟40から離れた準備位置へ戻る。最後に、段階123でDON'T INDEX PRECISION CONVEYOR信号204を排除し、PLC(ならびにコンベア制御タスク)が精密コンベア35の移動を開始できる状態になったことを示し、これが図9(b)の段階125でPLC120の命令により実行される。

【0032】コンベア移動開始の安全ロックとしてこれを移動させる前に、ロボット制御タスク150は現在摘み上げている縫合針がカメラの視野内で認識しロボットのFIFO内に配置した最大本数(3本)の縫合針の最後の縫合針かどうかの決定を行う。この段階は図10の段階132で図示してある。現在把持している縫合針が最後の1本である場合には、そのアデプトロボットのロボットタスク150はコンベア移動制御タスク180に内部制御LAST PICK信号192、196を送り、図10の段階134で示すように各々のロボット・アセンブリ50a、50bが現在のコンベアから最後の縫合針を摘み上げたことを示す。カメラの画角(FOV)あたりで想定される縫合針の最大本数が各々の現在の供給コンベアベルト25a(25b)から摘み上げら

れていない場合、例えば図10の段階135に示すようにFIFOバッファ内に2本の縫合針の位置だけしか格納されていない場合、ロボット制御タスク150はコンベア制御タスク180に対してコンベアベルトを「早く」移動させるように、図8に図示してありまた図10の段階136に示してあるように、INDEX CONVEYOR 1 EARLYまたはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号211、212で指示する。

【0033】コンベアの動きに影響を与える全ての信号はコンベア制御タスク180を経由するので、コンベア制御タスクはもう一方のアデプト・ロボットが受信するように対応するINDEX CONVEYOR 1 EARLY信号211' またはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号212' 通常の動作中にロボット制御タスクがINDEX CONVEYOR 1 EARLY信号またはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号のどちらかを受信すると、FIFOバッファ155の内容を消去しコンベアから最後の縫合針を摘み上げたように動作を継続する。

【0034】最大数の縫合針を摘み上げたかまたは各々のカメラの視野に縫合針が全くないかまたは十分に存在しないことを表わすINDEX CONVEYOR 1 EARLY信号211' またはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号212' をコンベア制御タスク180から受信した結果として、図8に図示したように、もう一方のアデプト・ロボットはコンベア制御タスク180が受信するように対応するCONVEYOR 1 INDEXED EARLY信号198' またはCONVEYOR 2 INDEXED EARLY信号199' を生成する。これらの信号で対応するコンベア25a(25b)は処理を中断してベルト送りを開始する。

【0035】制御ソフトウェアはV/V+のタイムスライスに基づくデジタル出力の16ミリ秒から32ミリ秒まで変動する持続時間を考慮する必要がある。これはDON'T INDEX PRECISION CONVEYOR信号204の設定および再設定に連動して縫合針の配置に必要な最小時間の計算に影響を与える。

【0036】ロボット制御タスク150は2種類のエラーに対してエラー回復を実行する。これらのエラーは送りエラーと総数エラーに大別される。他の全てのタスクと同様、総数エラーはタスク・マネージャ240のエラー回復に回答してロボット制御タスクを即時停止させる。ロボットがこれのFIFOに書き込まれた縫合針を待ち続け両方のコンベア・ベルトが適当な時間の間に送られなかった場合には送りエラーが発生する。ロボット制御タスク150は他のロボットに対してINDEX CONVEYOR 1 EARLY(信号211)またはINDEX CONVEYOR 2 EARLY(信号212)を経由してコンベアを送るよう要求することで

この種のエラーから回復する。これによって画像制御/ロボット制御両方のシステムに現在のFIFOの内容を破棄してコンベアベルトを前進させる。

【0037】[コンベア送り制御タスク]コンベア送り制御タスク180は各々の半透明送りコンベア23a、25bの送りを開始させ、このタスクはコンベア始動タスク190により起動される。コンベアの動きに影響を与える全ての信号はコンベア制御タスク180を経由する。この流れ図を図11に図示してある。

【0038】図11に図示したように、また図8を更に考慮すると、コンベア送り制御タスク180の第1の段階141は、ロボット制御タスク150で内部的に生成され各々の供給半透明コンベア25a、25bからの最後の縫合針の取り出しがアデプト・ロボット50a、50bの一方で完了したことを表わすLAST PICK信号192、196を検査することである。例えば、図11の段階142で、アデプト・ロボット50a(ロボットI)がコンベアI(25a)またはコンベアII(25b)からLAST PICK信号を起動したかどうかの決定を行う。LAST PICK信号192、196をロボット・タスクから受信する結果、コンベア制御タスクはPLC120で受信するようにそれに対応するINDEX CONVEYOR 1信号198またはINDEX CONVEYOR 2信号199を生成する。これは図11でそれぞれ段階143と143' として図示してある。最後の縫合針を各々のコンベアから摘み上げた後でそれぞれのアデプト・ロボット制御装置がPLC120に対して半透明送りコンベア25aを前進させるように要求することが必須である。これによって、もう一方のアデプト・ロボットは、現在の半透明コンベア25a(25b)を前進させるよう指令する前に、各々の段階144と144' でPLCが受信するようにこれに対応するINDEX CONVEYOR 1(またはINDEX CONVEYOR 2)信号を生成しなければならない。INDEX CONVEYOR 1(またはINDEX CONVEYOR 2)信号198、199両方を、段階146と146' で図示したように、各々のロボット・アセンブリから受信した後でのみ、PLC120は半透明送りコンベア25aに前進するように指令し、また段階148と148' ではコンベア制御タスク180で受信するように、対応するCONVEYOR 1 SETTLED信号241またはCONVEYOR 2 SETTLED信号242を生成する。CONVEYOR 1 SETTLED信号241とCONVEYOR 2 SETTLEDはロボット制御タスク150によりPLCがコンベア25aを(25b)を前進させるように要求されてから約2秒後に起ち上がる。コンベア制御タスク180は、各々CONVEYOR 1 SETTLEDまたはCONVEYOR 2 SETTLED信号241、242に対応する内部制御信号241'、24

2'を受信すると、画像制御タスク160に対して縫合針の画像化を開始するように通知する。送りコンベア25a(25b)が送られてこれに対応するCONVEYOR SETTLED信号241、242を受信すると、図11の段階151と段階151'に示すように、画像制御タスク160は対応するカメラの画角内で縫合針の認識を開始できる。より特定すれば、画像制御タスク160の制御下に、直前に送ったコンベア25a(25b)のカメラ62、64がこれの照明された部分30a、30bで各々の視野を撮影し、該タスクは画像を処理して、図11の段階153に図示したように各々のカメラの視野内に認識可能な縫合針が存在しているか否かの決定を行う。

【0039】この時点で、視野内での縫合針の単なる存在または検出と「認識可能な」縫合針の存在との弁別を行う必要がある。縫合針は存在するかもしれないが、様々な理由から、各々のカメラの絞りおよび撮影システムの照明パラメータを自動調節する自動が増加アルゴリズムの実行によりカメラの撮影パラメータが画像制御タスク160を変更して処理することの出来る拡張画像をカメラが実質的にとれるようにならなければ画像制御タスク160はこれの位置座標を決定することが出来ない。定常運転中には、画像制御タスク160がすでに各々の視野内で縫合針を「認識」しているとき、自動画像化アルゴリズムは反復実行されない。自動画像化アルゴリズムの詳細については後述する。

【0040】LAST PICK信号を受信する代わりに、コンベア送り制御タスク180はカメラの現在の画角内で縫合針が認識されない場合に画像制御タスク160が内部的に生成するINDEX CONVEYOR EARLY(1または2)信号231、232を受信するか、または最大数の縫合針が積み上げられていないときにロボット制御タスク150が内部的に生成するINDEX CONVEYOR EARLY(1および2)信号211、212を受信しても良い。いずれの場合でも、コンベア制御タスク180は図12(a)の流れ図に図示してあるように以下の手順を実行する。

【0041】図12(a)の段階157に図示してあるように、コンベア制御タスクはたとえばロボット制御タスク150のロボット1からの信号211などの、コンベア1から最大数量の縫合針を拾い上げることが出来なかったことを表わすINDEX CONVEYOR EARLY信号を受信している。段階159に示すように、コンベア制御タスクはすぐにこれに対応するINDEX CONVEYOR 1EARLY信号(211')を生成して他方のアデプト・ロボットが受信する。この信号は、他方のアデプト・ロボットに対してコンベア1の縫合針の処理を停止してベルトを送るように指示する信号である。他方のアデプト・ロボットは図12(a)の段階161に示したように対応するCONVEYOR 1

INDEXED EARLY信号(198')を生成してこれにตอบสนองし、他方のアデプト・ロボット(例えばロボット2)がコンベア1の処理を中断することと第1のアデプト・ロボット(ロボット1)の要求したようにコンベア1を先送りすることをコンベア制御タスク180に通知する。これらの信号をコンベア制御タスクが受信すると、該タスクはPLCで受信するようにINDEX CONVEYOR 1信号(198)をすぐに生成し、図11に図示したようにPLCが要求されたコンベアベルト、例えばコンベア1(25a)の早送りを開始する。撮影制御タスク160の処理はこの後でCONVEYOR 1 SETTLED信号を受信すると継続する。

【0042】[画像制御タスク] 画像制御タスク160は2台のカメラ・アセンブリ62、64の各々が撮影した画像を制御・処理する。2台の半透明コンベアのタイミングはずらしてあるので、一度に1台のカメラだけが作動する。

【0043】より特定すれば、図4に図示してあるように、画像制御タスク160は各々のカメラ62、64とインタフェースして各々の照明部分30a、30bに位置する領域を含むそのカメラのレンズの各々の視野内にある認識可能な縫合針の位置を識別する。さらに画像制御タスク160は識別した縫合針の場所の位置と方向についての情報を処理して、これらの位置をデータ線197経由でロボット制御タスクのFIFO155に書き込む。前述のように、画像制御タスクはカメラの視野内において縫合針が画像化されない場合にコンベア先送りを起動することが出来る。

【0044】すでに簡単に説明したように、画像制御タスクはコンベア25a、25bのいずれかが送りを完了する度に実行される。これが起動されると内部的に生成したCONVEYOR 1 SETTLED信号241'またはアデプト・ロボットが命令するとおり各々の半透明送りコンベア25a、25bが送りを中止する度にPLC120で生成されてコンベア制御タスク180を通過して転送されてくるCONVEYOR 2 SETTLED信号242'のいずれかを受信すると縫合針の認識を開始する。PLCが半透明送りコンベアを送るようにアデプト・ロボットから要求されてから約2秒後にCONVEYOR SETTLED信号241、242の各々が高電位になる(論理値「1」)。CONVEYOR SETTLED信号1と2(241、242)はアデプト・ロボットから各々のINDEX CONVEYOR 1または2信号198、199を次にPLC120が受信するまで高電位のままである。

【0045】図12(b)に図示したように、画像制御タスク160はそのCONVEYOR SETTLED信号の関係するカメラを起動する。起動時に、カメラ62、64は段階301で示すようにコンベア・ベルト25a(25b)の透過光領域30a、30bの画像を撮

影する。得られた全ての画像は段階303で示すように2進画像データへ変換し、段階305で示したように次のデジタル処理を施すのが望ましい。画像制御タスク160は「撮影ツール」を使って受け入れ可能な縫合針を検出し、受け入れ可能な縫合針の取り出しポイントの座標をロボットタスク用のFIFOバッファ155に書き込む。透過光照明領域内の「受け入れ可能な」縫合針は縫合針交換手順の間にすでに受け入れられた縫合針パラメータの許容範囲内にある縫合針である。縫合針交換手順は供給システムのソフトウェアに現在処理しようとしているバッチ内の縫合針の種類と寸法について知らせる手順で、後述するような縫合針バッチの変更を行う前に実行する必要がある。縫合針の半径、軸の幅、ロボットに対する縫合針の角度的な特徴、および縫合針パラメータから計算したとおりの計算領域を縫合針の指定許容範囲とする。

【0046】[自動画像化アルゴリズム] 前述したように、検出した縫合針が認識不可能な場合、自動画像化アルゴリズムを起動してカメラの撮影パラメータを変更する。つまり、2進画像データを図12(b)に示した段階305で処理した後、縫合針の画像が指定した半径か(段階307)、縫合針の画像が指定した軸の幅か(段階309)、縫合針の画像が指定した角度特性を有するか(段階311)また縫合針の画像が指定した許容範囲内に収まっているか(段階313)についての決定を行う。これらの基準のいずれかが仕様から外れている場合、自動画像化アルゴリズムが段階315で実行される。自動画像化手順の機能は、各々のカメラの視野にある同じ縫合針画像の一連の撮影を行い、画像間の撮影パラメータを改善することによって縫合針の認識が良好に行えるように縫合針画像を強調することにある。つまり、一連の画像の各々を撮影した後、自動画像化アルゴリズムはカメラの絞りと撮影システムの照明パラメータを自動調節し、撮影システムがカメラの視野内で正しく縫合針を画像化できるようにする。例えば、視野の照明を調節する際に、カメラの幾つかの撮影パラメータ、例えば利得、オフセット、2進化閾値などを変更することが出来る。自動画像化アルゴリズムは各々のカメラの視野で縫合針が認識されるまで実行され、縫合針交換を行うまで反復実行されることはない。

【0047】画像制御タスク160でカメラが調節されても縫合針の画像がまだ正しく撮影されないことがある。これは各々のカメラの撮影範囲が透過光光源を使用しており相互に重なり合っている縫合針、各々が接触している縫合針、または視野の辺縁からはみ出してクリップされた縫合針などが認識対象として考慮されないためである。つまり、図12(b)の段階319に図示したように、画像制御タスクは縫合針の重なり合いまたは相互の接触があるかどうか段階321で決定し、視野の辺縁に縫合針が接近しすぎていないかを調べる。

【0048】考えられる全ての縫合針を認識した後、段階323で、画像制御タスクは受け入れ可能な縫合針の拾いだし座標を計算してこれをロボット制御タスクのFIFOバッファ155内に配置し、ロボットが受け入れ可能な縫合針を摘み上げ精密コンベア上へ載置できるようにする。好適実施例において、各々の半透明送りコンベアの各々のドエル周期の間に認識することの出来る縫合針の最大本数は3である。この最大値より少ない本数しか認識されないか、または全く縫合針が認識されない場合、ロボットは対応するコンベアを早送りするように信号を生成して前述のように撮影システムに処理を中断させることが出来る。

【0049】撮影タスク160はFIFOへ書き込む縫合針座標の個数を3に制限するが、これはロボット制御タスクがFIFO155へ渡した全ての縫合針の座標で縫合針を取り出し置き直すためである。好適実施例では、撮影タスクは送りコンベアの周期毎に5秒間だけ作動するように制限されている。

【0050】画像制御タスク160は3種類のエラーについてエラー回復を実行する。これらのエラーは画像化エラー、処理エラー、総数エラーに大別される。総数エラーではタスク・マネージャのエラー回復が応答し画像制御タスク160をすぐに停止させる。画像化エラーが発生すると、画像制御タスク160は現在の視野での実行を全て保留し、INDEX CONVEYOR 1 EARLYまたはINDEX CONVEYOR 2 EARLY信号231、233のどちらかを生成することによって、前述のようにコンベアベルトの早送りを要求する。これらの信号を受信するとこの部分のFIFOには縫合針の座標を配置せずに撮影/ロボット制御システム両方に縫合針の現在の視野を渡す。処理エラーが発生すると、画像制御タスクは現在の縫合針についての全ての処理を保留して更に別の縫合針が利用可能なら新しい縫合針の処理を同じ視野内で開始する。その結果、撮影タスクはFIFO内に縫合針座標を挿入しない。

【0051】[コンベア起動タスク] コンベア初期化タスク190の機能はコンベア送り制御タスク180を起動することで、PLC120からROBOT ENABLE信号219が入ってくると起動する。一旦起動すると、図8に図示したように、このタスクはINDEX INFEED CONVEYOR 1(25a)信号237を要求した後、約2秒間待ってから、INDEX INFEED CONVEYOR 2(25b)信号239を要求する。タスク190はここで終了し、ROBOT ENABLE信号が下がってまた立ち上げられるまで再起動することはない。

【0052】[タスク・マネージャ] タスク・マネージャ240はソフトウェアおよびハードウェアのI/O信号、グローバル変数、撮影/ロボットシステムタスクを初期化する。撮影/ロボットシステムタスクが走ると、

タスク・マネージャは現在走っている各々のタスクの完全性と状態、ならびにこれらのタスクが制御している資源を監視する。状態問合せ信号247a~247fは図8に図示してある。ここで言う資源とは、ロボット、通信ポート、I/O信号線である。タスク・マネージャはSYSTEMFAIL信号222によってPLCに、またSCADAノード・インタフェースタスク195を経由してSCADAノードへあらゆるエラーを報告する。SYSTEMFAIL信号222はロボット(タスク・マネージャが検出した)が動作を継続できないような総数エラーを認識した場合に必ず生成される。この信号は低位が有効で、アダプト・ロボットがリセットされるまで低電位のままである。つまり、PLCはこの信号を受信するとすぐにROBOT ENABLE信号219を低電位にしなければならない。

【0053】撮影/ロボット制御ソフトウェアで総数エラーが発生した場合には、タスク・マネージャ240を使ってプログラム実行中に全ての運転状態にあるタスクと資源の状態ならびに完全性を連続的に問い合わせることによりこれらのエラーを検出し復元しようとする。発生したエラーが総数エラーだと分ると、PLC120に対してSYSTEMFAIL信号222を上げ、SCADAノード・インタフェースタスク、制御パネルタスク、タスク・マネージャ以外の全てのタスクを停止する。最後の復旧不可能なエラーの理由を表わす符号はSCADAノード・インタフェースタスク経由でSCADAノードへ供給する。場合によっては、アダプト・ロボット制御装置のモニター・ウィンドウにエラー・メッセージを表示する。SYSTEMFAIL信号を立ち上げた後、タスク・マネージャはロボットで検出された全ての問題を補正しようと試みモニター・ウィンドウを通してオペレータに通知する。たいていの場合、オペレータはもう一回ROBOT ENABLE信号を起ち上げて撮影/ロボット制御ソフトウェアをリセットするだけで良い。

【0054】[制御パネルタスク]制御パネルタスク260は、オペレータが各種ソフトウェアの「デバッグ」ユーティリティへアクセスしたり診断ユーティリティへアクセスしたり、ロボットのスピードを制御したり、縫合針を取り出して配置するためにロボットを移動させようとする新しい位置を選択したり出来るようにするマウスで操作する形の制御パネルを表示する。また、制御パネルタスクではオペレータが撮影/ロボットシステムタスクの実行を停止させることが出来る。

【0055】[SCADAノード・インタフェースタスク]SCADAノード・インタフェースタスク195はSCADAノードからのメッセージをSCADAノードRS-232Cインタフェースへ問い合わせる。このタスクは製品の交換時に必要とされるアダプト・ロボットとカメラの設定手順を要求するSCADAノードのスレー

ブとして機能する。これらの要求はROBOT ENABLE信号219が無効化された場合にのみ有効である。

【0056】[レンズ制御タスク]レンズ制御タスク270はSCADAノードが撮影システムへ導入しようとする新しい製品を要求した場合にのみ起動されオフライン・プロセスとして実行されるのみである。レンズ制御タスク270は新しい縫合針のパラメータを受け取り、新しい製品の寸法に適合するように両方のカメラの画角を調節する。ズーム、焦点、レンズ絞りがこの新しい製品の導入で影響を受けるが、同様に内部システムのパラメータ例えば利得、2進化閾値オフセットなど画像化に使用するパラメータも影響される。カメラの調整が済むと、別の新製品を撮影/ロボットシステムに導入するまで保留される。

【0057】[製品の変更]ロボットに縫合針供給処理を開始させる前に、縫合針変更手順を起動して制御システム・ソフトウェアの撮影およびロボット制御タスクに処理しようとする縫合針の種類と寸法を通知する。このような製品変更手順は縫合針バッチの変更を行う以前に完了しておく必要がある。電源投入後第1の縫合針バッチを実行する前に変更が完了していないと、ロボットが作動可能でロボットが作動しない場合にエラー・メッセージ信号がFIX/DMACS(SCADAノード)の画面に表示される。異なる縫合針バッチの実行毎に変更が完了していない場合、画像制御タスクは実行中の縫合針を識別しない。

【0058】基本的に、システムのオペレータが適当な単位例えばミリメートルや度数でSCADAタスクのFIX/DMACS画面へデータ線を通して縫合針のパラメータを入力する。画像制御タスクが使用するこれらの縫合針パラメータには、縫合針の半径と半径の許容範囲、受け入れ可能な縫合針の角度とその許容範囲、および縫合針の幅と幅の許容範囲が含まれる。

【0059】画像制御タスクへ縫合針の変更パラメータを入力することに加えて、処理しようとする縫合針の特定のバッチに関係するカメラの初期設定パラメータもシステムが使用するSCADAノードを通して入力する。図8に図示したように、ソフトウェアはSCADAノードからユーザが供給した情報を使用してロボットを作動させる前に正しい画角寸法、焦点、ズームパラメータになるようにレンズを自動調整する。

【0060】図6(a)~図6(c)はロボットが各々の縫合針19を移動する精密コンベアの舟40を示す。各々の舟には一対のあごを設けるのが望ましく、一方のあご47は固定的に装置しておき、第2のあご49はボケット42内で摺動自在にしておく。動作において、図6(c)の矢印「A」で示した方向に押し棒46が押され、矢印「B」で示した方向に移動自在なあご49の位置を後退させるスプリング52を圧縮し、両方のあごの

間のノッチ44に縫合針19を配置できるようにする。通常、スプリング52は図6(b)に示したようにバイアスしておき移動自在なあご49を嵌合位置に保持してノッチ44に縫合針19を保定する。各々の縫合針が後に行うスエーピング加工の際に各々の舟の上で正しい方向に向いているのであれば何らかの種類の解放自在な嵌合機構を設けてコンベアの舟40に縫合針19を解放自在に保定し得ることは理解されるべきである。

【0061】図7はロボット・ローディング・ソレノイド機構70を示しており、これは図9(b)の段階113に関連して説明したように精密コンベアの舟40に縫合針を移動しようとする度にPLC120が起動する。ロボット・ローディング・ソレノイド70は適当な装着プレート72を用いて精密コンベアに装置することが出来る。精密コンベア上に装架してあるセンサーも精密コンベアの舟40の接近を検出するように設けてある。コンベアの舟がこれに縫合針を移動させるための所定位置に停止すると、ロボット・ローディング・ソレノイドの解除アーム56がPLC120の起動時にソレノイド70により作動して、ピン51の周囲を軸旋回し、押し棒46を押して移動自在なあご49を図6(c)に図示した位置まで後退させる。ロボットの把持部55a、55bがコンベアの舟40のあご47、49の間で嵌合させるために縫合針19を配置する。解除アーム56はPLC120により起動されコンベアの舟40が移動を再開するとスプリング78により引戻される(図9(b)の段階113参照)。

【0062】自動スエーピング装置で自動スエーピング加工を行うには縫合針が舟40の嵌合あご47、49の間のノッチ44に正確に配置されている必要がある。これは図1のシステムの流れ図の段階17で一般的に示した多軸把持部が、縫合針19の端部5に縫合糸(図示していない)を配置するために精密に位置決めした縫合針を受け取る必要がある。自動スエーピング加工装置の多軸把持部へ移動するために各々の縫合針が一定の方向に向くようにするには、縫合針の方向合わせ装置(すき)54を図13(a)~図14(c)に図示したように設けてコンベアの舟40のあご47、49の間に嵌合している間に各々の縫合針の方向を揃える。すきは図13(a)および図13(b)に最も良く図示してあるように装着[ ]58から突出した細長い湾曲した刃57を含む。図14(a)に図示してある好適実施例では、すきは精密コンベア35の一端8に固定的に装置しておき、前進中にコンベアの舟40に位置する縫合針19をすくい上げる。接触したら、縫合針19の湾曲部分87を持ち上げ図14(a)~図14(c)に示してあるようにすき54の湾曲した刃57に沿わせる。すき54を設けることによって縫合糸スエーピング装置へ搬送する各々の縫合針が一定の方向に向くようになる。

【0063】精密コンベアの舟の上で縫合針の方向を更

に揃えるために設ける別の機構は図15(a)と図15(b)に図示した縫合針ハードストップ・アセンブリ95である。ハードストップ・アセンブリ95は駆動モータ(図示していない)により作動自在なプーリー99と図15(a)に示すカム98を回転させるためのタイミング・ベルト97を含む。コンベアの舟40が図15(b)の矢印で示した前進方向に搬送されている間にコンベアの舟40の嵌合あご47、49の上の第1の位置から縫合針19の端部85にアームストップ93のブレードが接触し得る位置まで往復運動するようにアームストップ93を作動させるために、カム・フォロワ91が設けてある。ブレード94により縫合針19の前進する動きが接近すると、コンベアの舟40の嵌合あご47、49の間へ縫合針を移動させ、嵌合あご47、49が正確な位置で、たとえば縫合針の軸部分83で縫合針に嵌合するようにさせる。カム98はタイミングベルト97で駆動されるので、アーム・ストップ93が舟40の前進に合わせた時間的關係で往復運動して各々のコンベアの舟40に載せた各々の縫合針の方向を更に揃えられるように設計してあることに注意されたい。縫合針の方向を揃えた後、アーム・ストップ93はコンベアの舟40の上部の位置へ復動してこれまでに説明したような方法で縫合針の方向を更に揃えるように待機する。

【0064】前述のような方法で精密コンベアの舟40に正しい方向に向けた縫合針19が装置されると、これが自動スエーピング装置(図示していない)へ移送され、ここで縫合針に縫合糸が固定的に装着される。図16(a)と図16(b)に図示してあるストップ・アセンブリ80は、縫合針スエーピング装置の目的の場所の端部へ舟が到着したときに縫合針を運搬するコンベアの舟40のハード・ストップを実行するための機構である。ハード・ストップ・アセンブリ80のブレード82は舟40の上の縫合針の位置の精密調整を提供する。より特定すれば、ブレード82は自動スエーピングを行うために必要な最終位置から0.001インチ以内に縫合針の方向を合わせる。

【0065】本発明についてこれの好適実施例を参照して部分的に図示しまた説明したが、形態や細部における前述のまたその他の変更が添付の請求項の範囲においてのみ制限されるべき本発明の趣旨と範囲から逸脱することなく成し得ることは当業者には理解されよう。

【0066】本発明の具体的な実施態様は、次の通りである。

(1) 縫合針供給装置はコンベア手段を駆動するための駆動手段を含み、ロボット制御手段が制御手段で受信する第1の信号を生成して前記コンベア手段を前記駆動手段に送らせるように前記制御手段へ要求することを含む請求項1に記載の縫合針供給装置のための制御システム。

(2) 前記制御手段は前記コンベア手段が送りを終了し

てドエル周期に入っていることを表わす画像追跡手段で受信する第1の信号を生成することを含む実施態様1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(3) 前記画像追跡手段は1台またはそれ以上のカメラの各々の視野内にある1つまたはそれ以上の所定の位置の各々で前記コンベア手段上の前記縫合針のビデオ画像を取得するために前記1台またはそれ以上のカメラ手段を含む請求項1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(4) 前記カメラの各々はこれに関連した複数の撮影パラメータを有し、前記画像追跡手段は前記ビデオ画像から得られた縫合針のパラメータと処理しようとしている現在の縫合針のバッチに関係のある1つまたはそれ以上の受け入れ可能な縫合針パラメータとを比較するための手段を含み、前記1つまたはそれ以上の縫合針パラメータは縫合針半径、縫合針の角度、および縫合針の幅を含むグループから選択されることを特徴とする実施態様3に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(5) 前記画像追跡手段は前記縫合針の連続画像を記録し前記縫合針の前記画像がここから位置座標データを得るために受け入れ可能になるまで各々の連続画像の間で1つまたはそれ以上の画像パラメータを調節することによって縫合針の前記画像を自動的に強調するための手段を含むことを特徴とする請求項1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(6) 前記撮影パラメータが前記カメラにおける視野の大きさと絞りの制御ならびに前記カメラにおける撮影システム照明制御を含むことを特徴とする実施態様5に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(7) 前記ロボット制御手段は前記ロボットについて各々の認識した縫合針の位置と方向についての現在のデータを取得するために前記メモリ手段を自動的に検索し、全キロ戊と制御手段は現在のドエル周期で前記メモリ手段内で利用できる位置および方向データが無い場合に前記コンベア手段を更に送るように前記制御手段で受信する前記第1の信号を生成することを特徴とする実施態様1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(8) 前記位置と方向に関するデータは前記ロボットに対する各々の認識縫合針の位置座標を含み、前記制御手段は前記1つまたはそれ以上のロボットの各々の前記把持手段が前記位置座標において前記1つまたはそれ以上の縫合針を拾い上げられるように成し、前記ロボット制御手段は更に前記ロボット把持手段で前記1つまたはそれ以上の縫合針を拾い上げたことを表わし前記制御手段が受信する第2の信号を生成することを特徴とする請求項1に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(9) 前記嵌合装置は前記処理位置へ前記縫合針を送るため該装置に付属する駆動手段を有する第2のコンベア手段の上に配置され、前記ロボット制御手段は前記第2のコンベア手段の前記送りを一旦停止してこれのために

第2のドエル時間を生成するように前記制御手段へ要求し前記制御手段が受信する第3の信号を生成することを特徴とする実施態様8に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(10) 前記制御手段は前記ロボット把持手段が前記第2のドエル時間の間に前記嵌合装置へ前記縫合針を配置し得ることを表わし前記ロボット制御手段で受信する信号を生成することを特徴とする実施態様9に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(11) 前記ロボット制御手段は前記1台またはそれ以上のロボット手段が前記嵌合装置内に前記縫合針を配置したことを表わし前記制御手段で受信する第4の信号を生成し、前記制御手段が前記嵌合装置の第1と第2のあごでそこに配置された前記縫合針を掴めるように成してあることを特徴とする実施態様10に記載の縫合針供給装置用制御システム。

(12) 第1のコンベアを一旦停止させる段階(a)には前記ドエル時間の間に第1のコンベアが動かないようにさせることを制御手段に要求する前記ロボット手段からの第1の制御信号を生成する段階を更に含む請求項2に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御する方法。

(13) 前記ドエル時間の間の前記コンベア上の前記縫合針を画像追跡して前記1つまたはそれ以上のロボット手段のために受け入れ可能な縫合針の位置を決定する前記段階(b)は、(a)前記第1のコンベア手段が前記ドエル周期にあることを表わす前記画像追跡手段のための信号を生成する段階と、(b)前記コンベア手段上の1つまたはそれ以上の所定の位置に各々が視野を有する1台またはそれ以上のカメラ手段から前記縫合針の画像を取得する段階と、(c)前記画像に存在する認識可能な縫合針の位置座標を調べるために前記画像を処理する段階と、(d)前記位置座標をメモリ手段に入力して前記ロボット手段からアクセスできるようにする段階とを更に含むことを特徴とする請求項2に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御する方法。

(14) 処理段階(b)において(a)前記画像から識別した縫合針の1つまたはそれ以上の縫合針パラメータの値を調べる段階であって、前記1つまたはそれ以上の縫合針パラメータは縫合針の半径と、縫合針の角度と、縫合針の幅とを含むグループから選択されることと、

(b)前記画像から得られた前記縫合針のパラメータ値の各々を現在処理中の縫合針のバッチに付随する受け入れ可能な縫合針のパラメータ値の所定範囲と比較する段階とを更に含むことを特徴とする実施態様13に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御する方法。

(15) 前記供給装置を較正するための画像強調段階を更に含み、前記強調段階は、(a)前記追跡段階の間に



前記縫合針の1つの一連の画像を連続的に取得する段階と、(b)前記縫合針の前記画像が受け入れ可能な縫合針の位置を調べるためのデータを得るために受け入れ可能になるまで、各々の連続画像の間に視野の大きさと、前記カメラの絞り制御と、前記カメラの画像システムの照明制御を含むグループから選択した1台またはそれ以上の複数のカメラの撮影パラメータを調節する段階とを含むことを特徴とする請求項2に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(16)前記処理段階(b)は前記視野内に位置する縫合針が相互に重なり合っていないか調べる段階を更に含む実施態様13に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(17)前記ロボット手段から前記制御手段へ受け入れ可能な縫合針の位置が利用できない場合に前記第1のコンベア手段を送るよう前記制御手段に要求する第2の制御信号を生成する段階を更に含む実施態様12に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(18)前記縫合針各々を嵌合装置内に配置する段階

(d)が(a)前記縫合針嵌合装置を載置した前記第2のコンベアを一時停止させて前記供給システムのために第2のドエル時間を作り出す段階と、(b)前記第2のドエル時間の間に前記縫合針嵌合装置内へ把持している縫合針を配置するよう前記1台またはそれ以上のロボット把持手段に指示する制御信号を生成する段階とを含むことを特徴とする請求項2に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(19)前記方法は前記嵌合装置の一方の側が前記ロボット把持手段により前記縫合針をここに載置した後で把持できるようにするための信号を生成する段階を含むことを特徴とする実施態様18に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(20)押し棒手段を作動させて前記一方の嵌合側への一方の側を後退させこれらの間に前記縫合針を配置できるようにする段階を更に含む、前記作動させる段階は前記一方の嵌合側への間に前記縫合針を配置する前に行われることを特徴とする実施態様18に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

(21)前記第2のコンベア手段に載置されるときに前記縫合針の方向を揃える段階を更に含むことを特徴とする実施態様18に記載の1つの場所から別の場所へ手術用縫合針を供給するための自動供給装置を制御するための方法。

【0067】

【発明の効果】本発明は前進するコンベア上に無作為に位置する縫合針を嵌合装置へ自動的に搬送しさらに自動縫合針スエーピング装置へ搬送するための縫合針供給装置のための制御システムが得られる効果がある。

【0068】さらに本発明は、頻繁な手作業からオペレータを事実上解放する経済的な縫合針の位置揃え装置が得られる効果がある。

【0069】さらに本発明は、縫合針の位置揃え機能の完全性を維持し位置揃えし方向を揃えた縫合針を完全自動縫合針スエーピング装置へ高速かつ効率的に搬送できるようにする自動縫合針位置揃え装置のためのロボット制御システムが得られる効果がある。

【0070】さらに本発明は、前進するコンベア上に無作為に位置する縫合針を嵌合装置へ自動的に搬送しさらに自動縫合針スエーピング装置へ搬送するための縫合針供給装置のための制御システムが得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の縫合針位置揃え装置における処理工程を示すブロック図である。

【図2】カシメ端85と円筒状部分83を有する手術用縫合針を示す。

【図3】本発明の縫合針位置揃え装置20の立面図である。

【図4】第1と第2のコンベア手段の上部にあるロボット・アセンブリと各々の縫合針の位置を追跡するための2台のビデオカメラを含む追跡手段と前記データを処理するための制御システム手段を示す縫合針位置揃え装置の側面立面図である。

【図5】一本ずつ縫合針を取り出し半透明のコンベア上に配置するための縫合針供給手段の詳細側面図である。

【図6】(a)は、方向を揃えた縫合針に嵌合しこれを保持してスエーピング部へ送るための側面図を有する精密コンベアの舟の詳細図、(b)は、(a)に図示したボート部の線5〜5に沿う精密コンベアの舟の詳細立面図、(c)は、自動スエーピングのために方向を揃えた縫合針を配置するために延出した可動側面図を有する精密コンベアの舟の詳細図である。

【図7】前記精密コンベアの舟の側面図を有するロボット積荷ソレノイドの側面図である。

【図8】本発明の供給制御システムの制御タスクの各々についての制御とデータの流れを示す略図である。

【図9】(a)、(b)は、本発明の縫合針供給制御システムが実行すべき各種のロボット制御、視覚制御、コンベア送り作業についての流れ図である。

【図10】本発明の縫合針供給制御システムが実行すべき各種のロボット制御、視覚制御、コンベア送り作業についての流れ図である。

【図11】本発明の縫合針供給制御システムが実行すべき各種のロボット制御、視覚制御、コンベア送り作業についての流れ図である。

【図12】(a)、(b)は、本発明の縫合針供給制御システムが実行すべき各種のロボット制御、視覚制御、コンベア送り作業についての流れ図である。

【図13】(a)は、自動スエージ加工の前に縫合針がコンベアの舟に均一な方向に並ぶようにする縫合針ロールオーバー(すき上げ)の側面図と、(b)は、(a)の線9～9に沿って見たすき上げ部の正面図である。

【図14】(a)～(c)は、精密コンベアの舟40の上に縫合針を一方方向に並べるすき54を示す正面図である。

【図15】(a)は、コンベアの舟40の嵌合あご内部で縫合針19の向きを更に揃えるための縫合針ハードストップ・アセンブリ95の側面図、(b)は、コンベアの舟40の嵌合あご内部で縫合針19の向きを更に揃えるための縫合針ハードストップ・アセンブリの上面図である。

【図16】(a)は、コンベアの舟40の上で縫合針の向きを更に揃えるためのストップ・アセンブリの側面図、(b)は、(a)の線11～11に沿って見たコン

ベアの舟40の上で縫合針の向きを更に揃えるためのストップ・アセンブリの正面図である。

【符号の説明】

- 120 PLC
- 150 ロボット制御タスク
- 155 FIFO
- 160 画像制御タスク
- 180 コンベア運転制御タスク
- 190 コンベア始動タスク
- 195 SCADAノード・インタフェースタスク
- 240 タスクマネージャ
- 260 制御パネルタスク
- 270 レンズ制御タスク

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

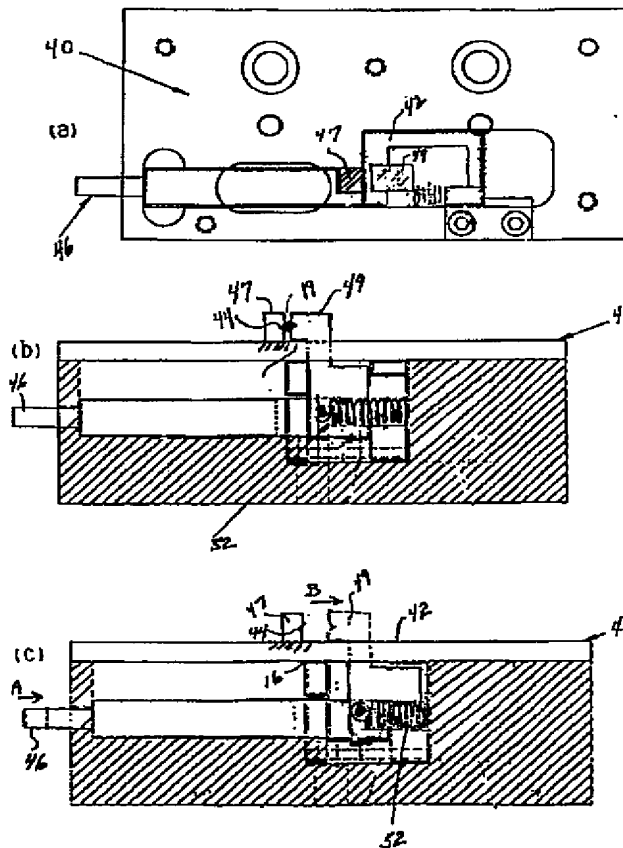
【補正方法】変更

【補正内容】

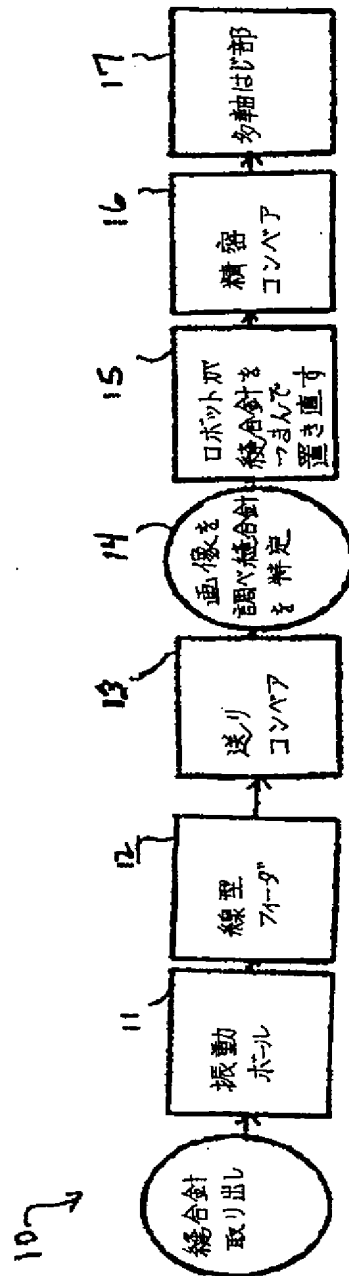
【図2】



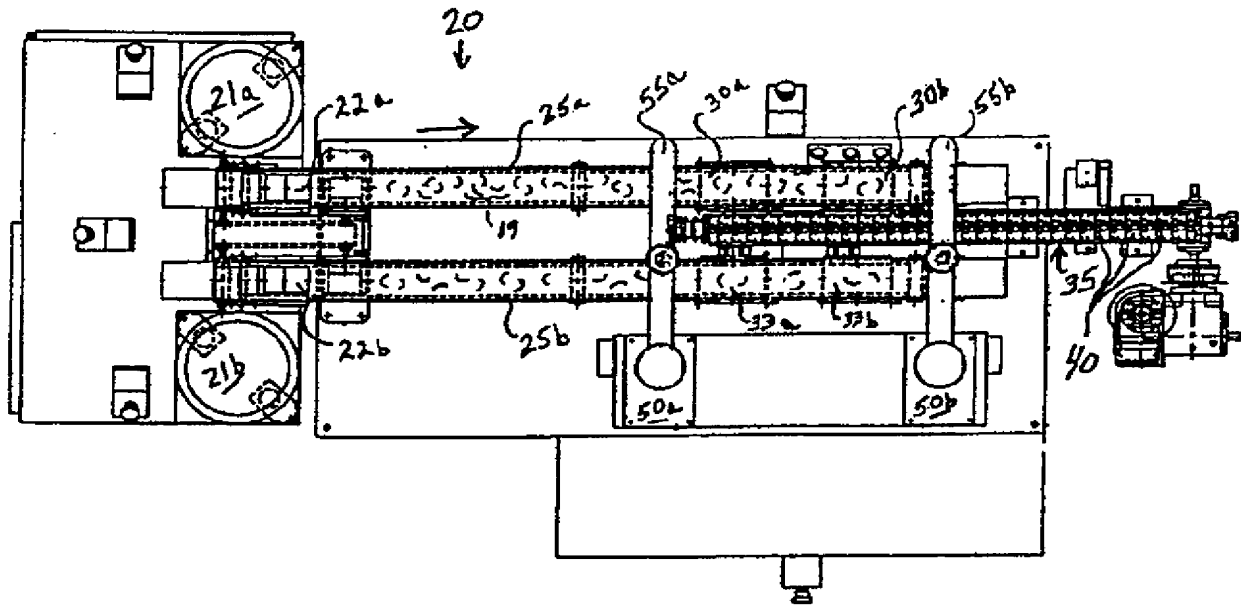
【図6】



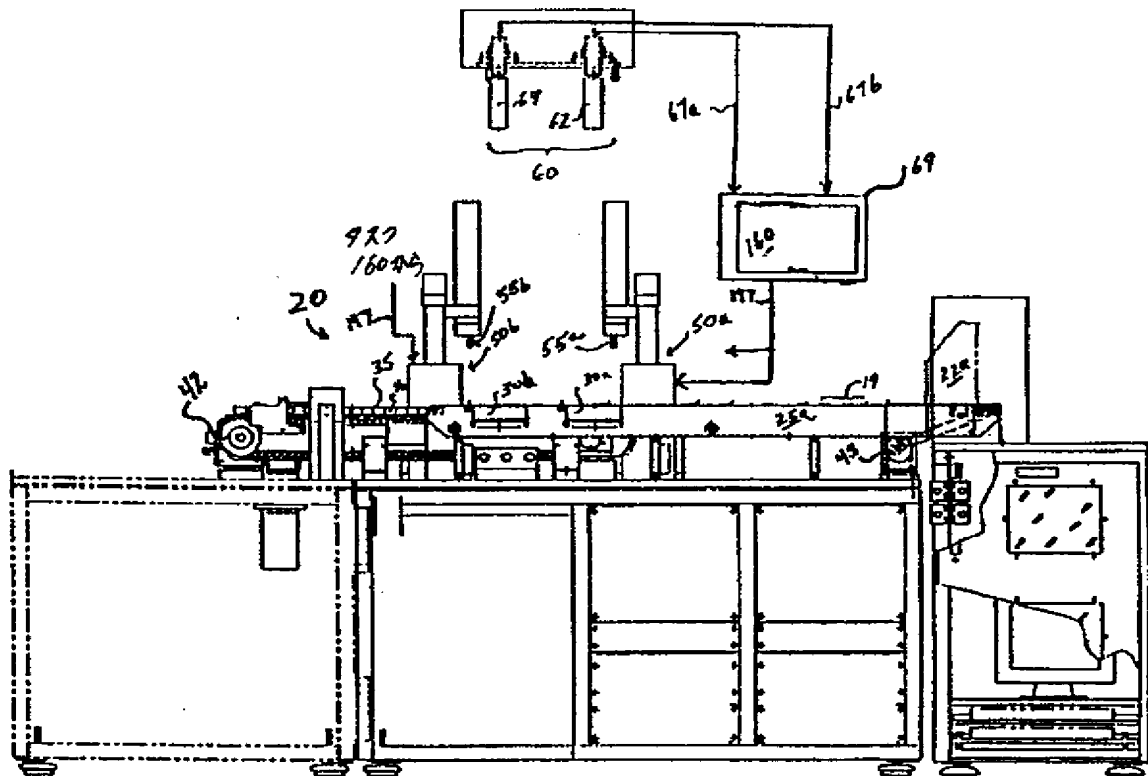
【図1】



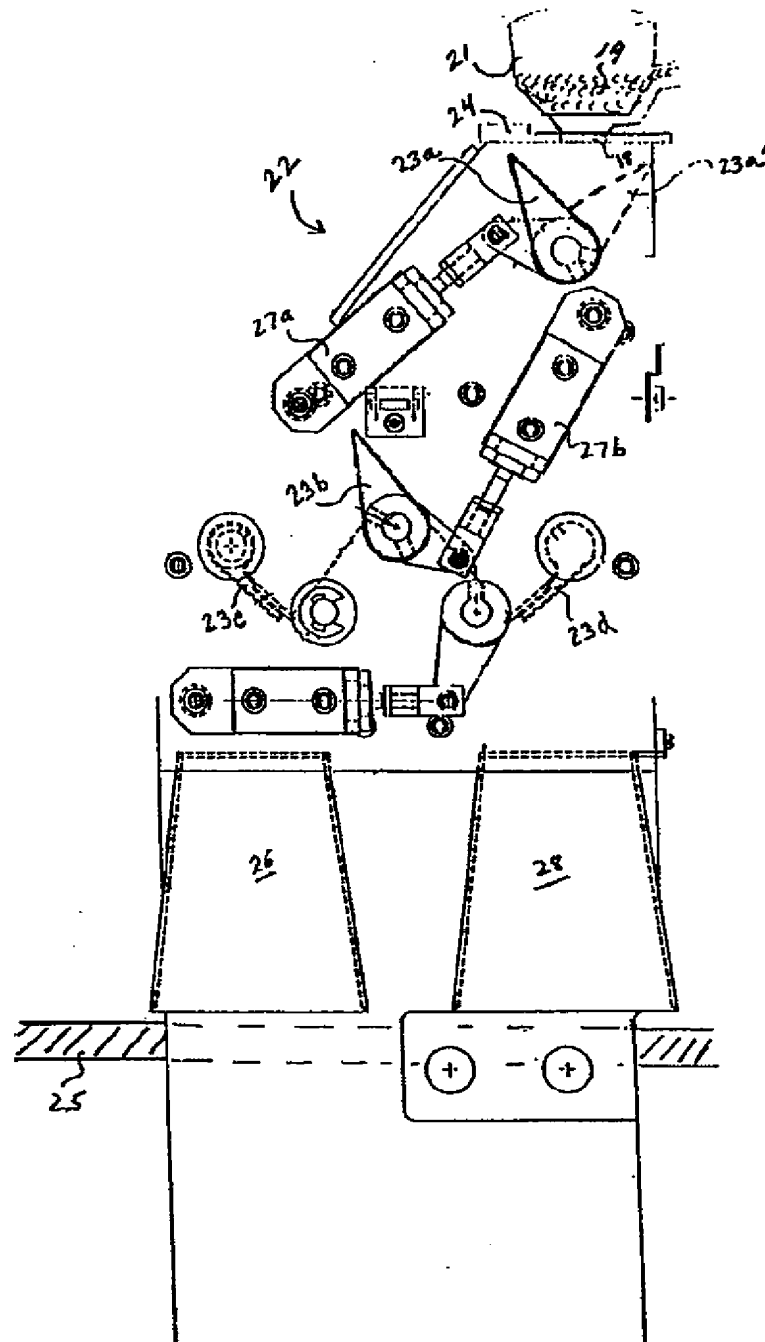
【図3】



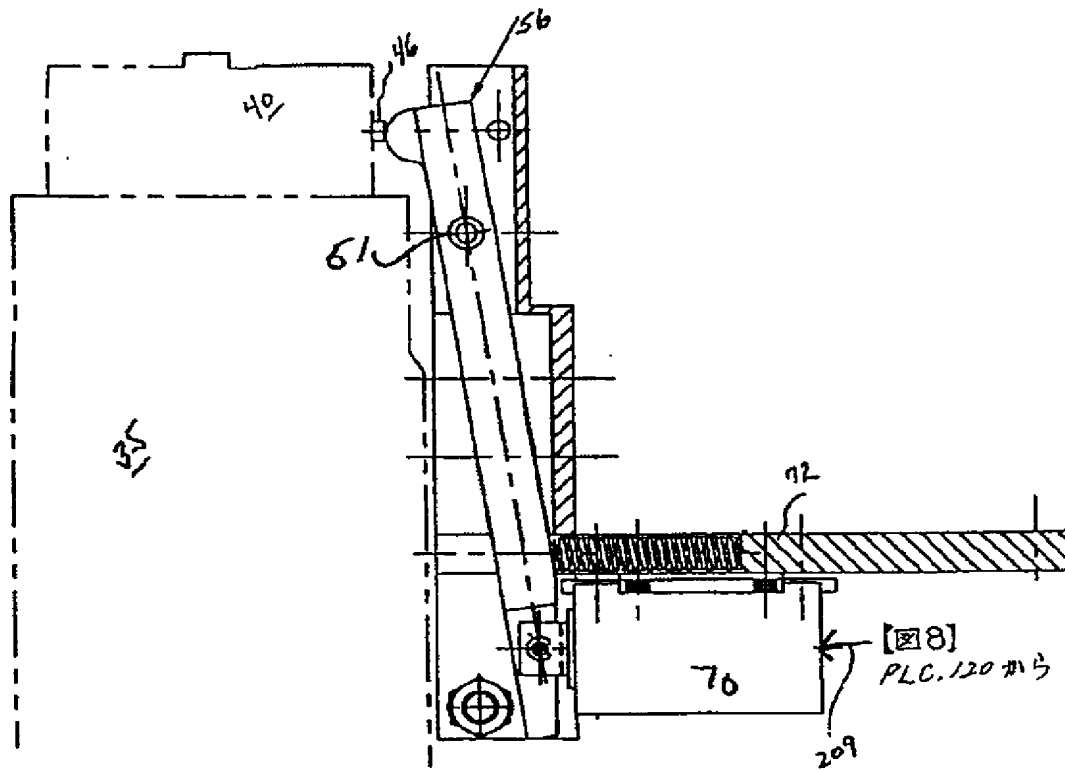
【図4】



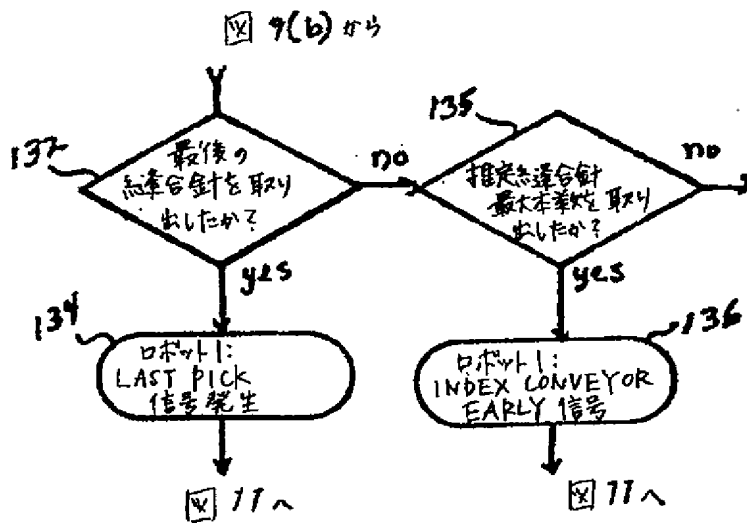
【図5】



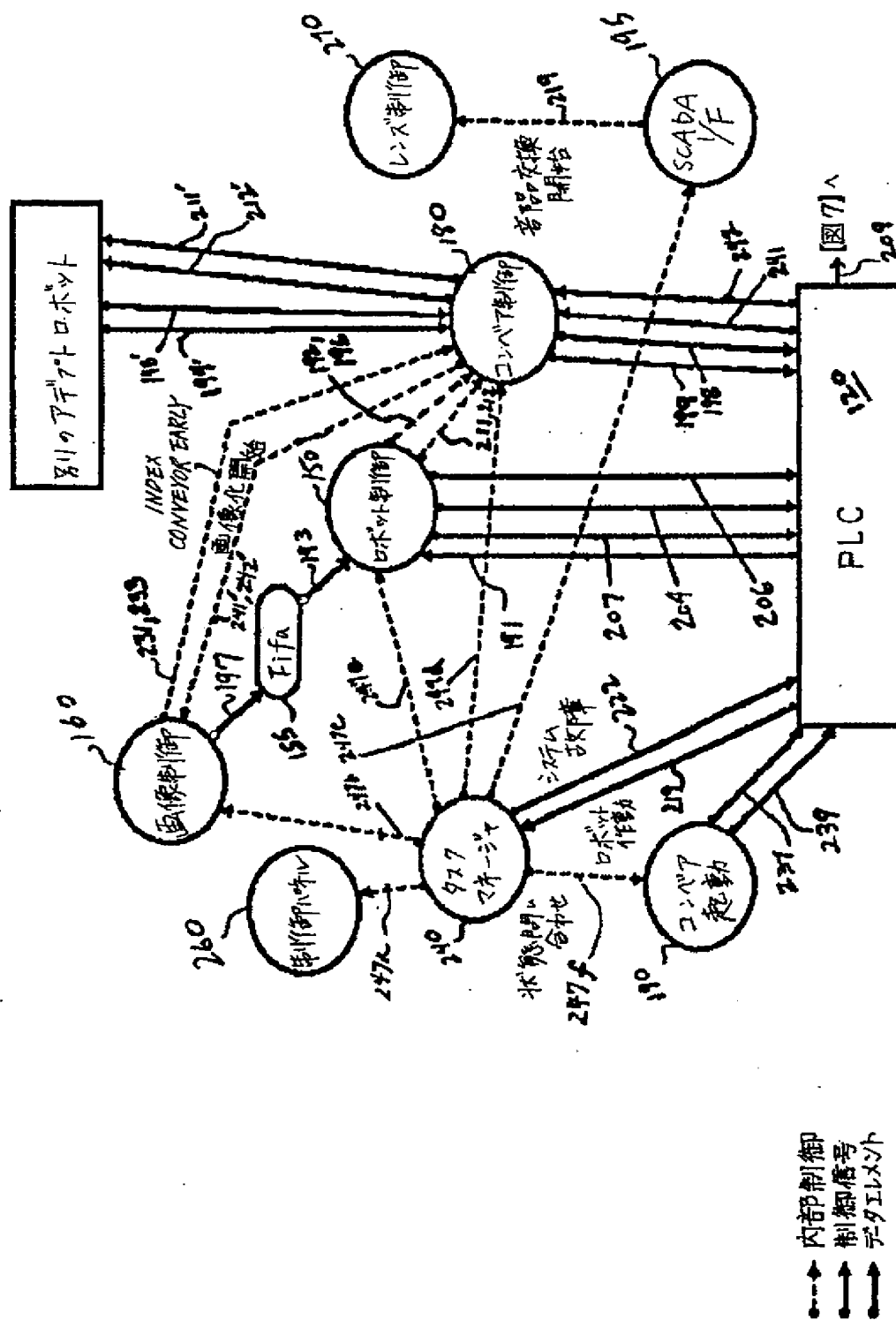
【図7】



【図10】

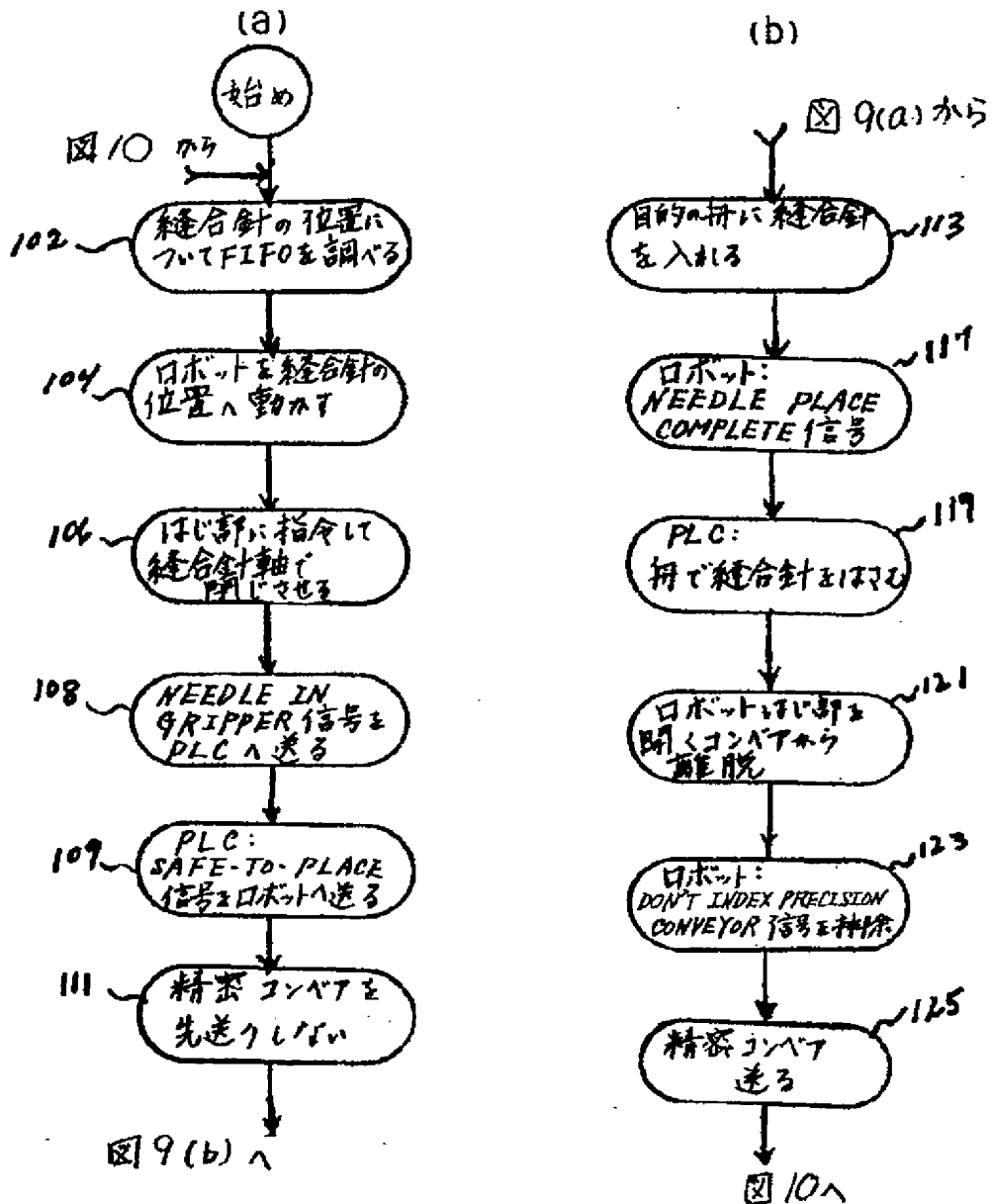


【图8】

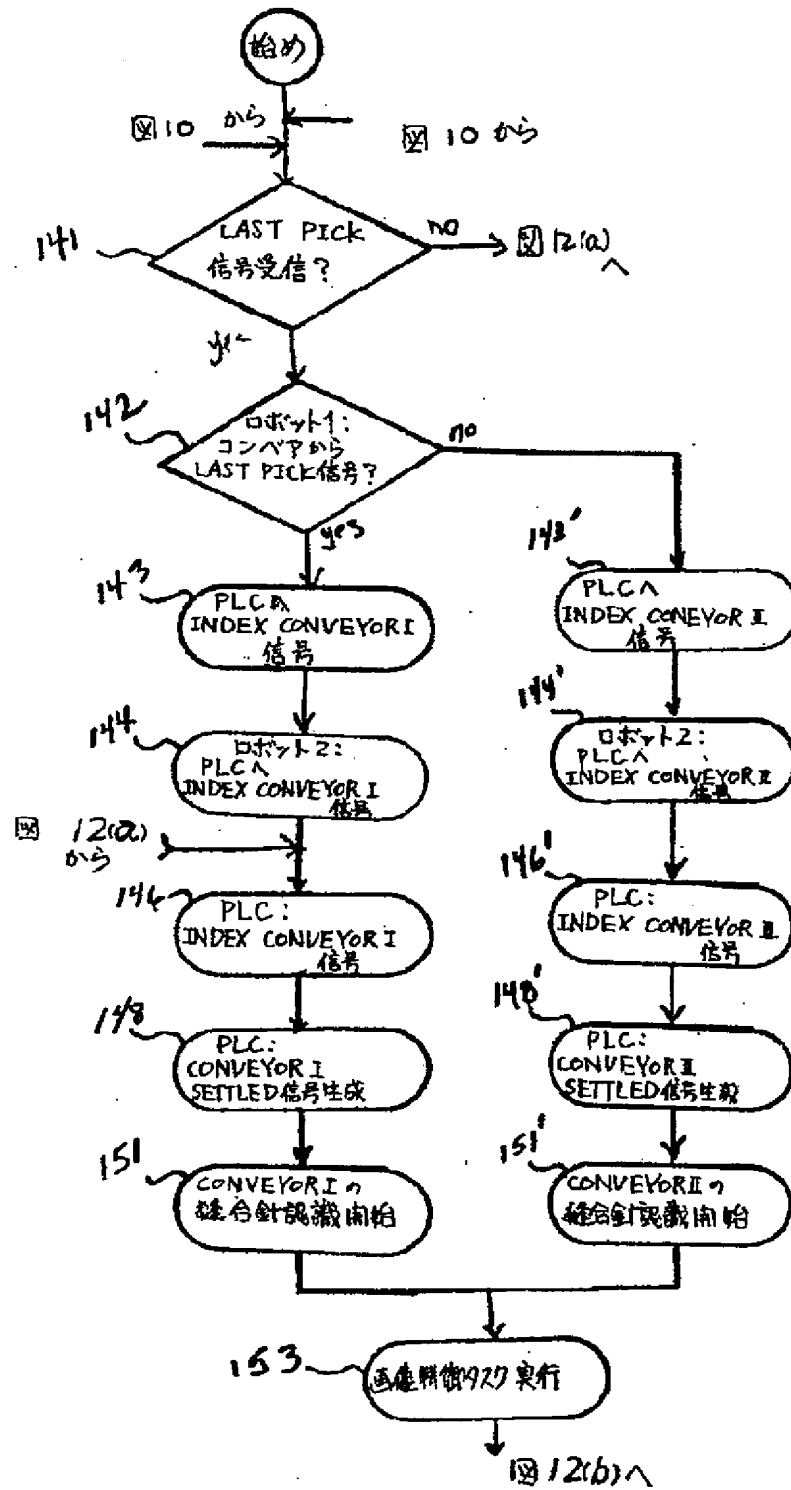


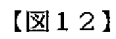


【図9】

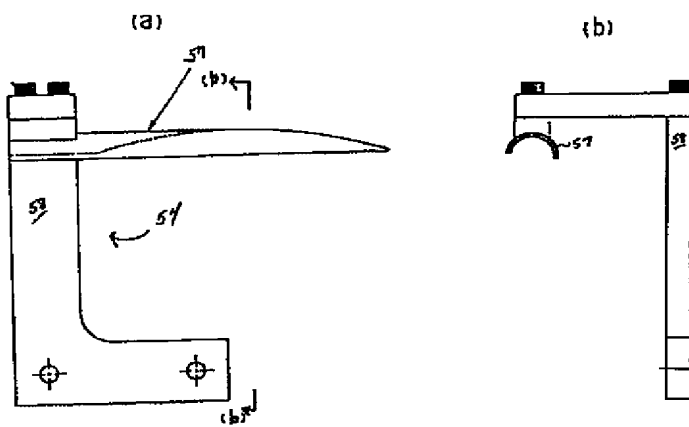


【図11】

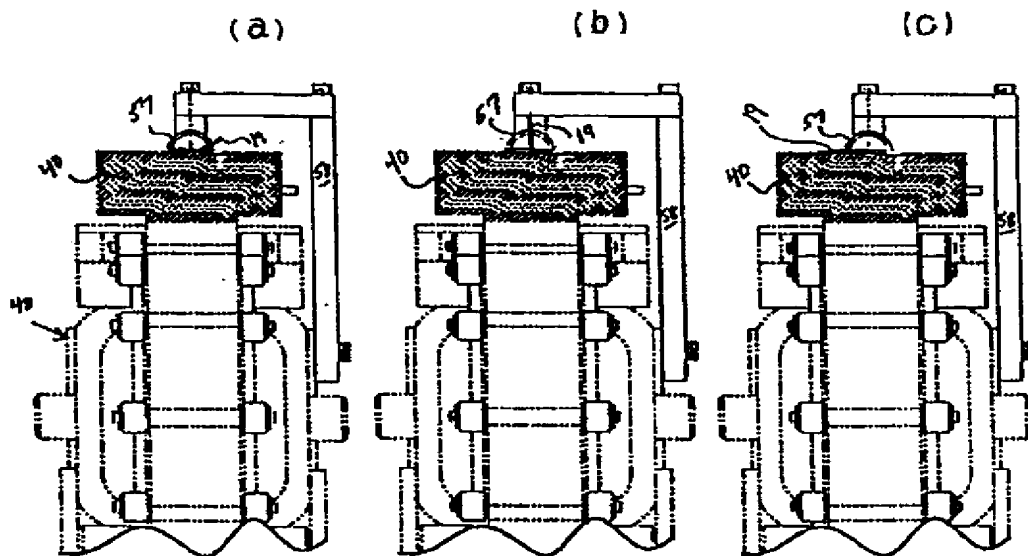




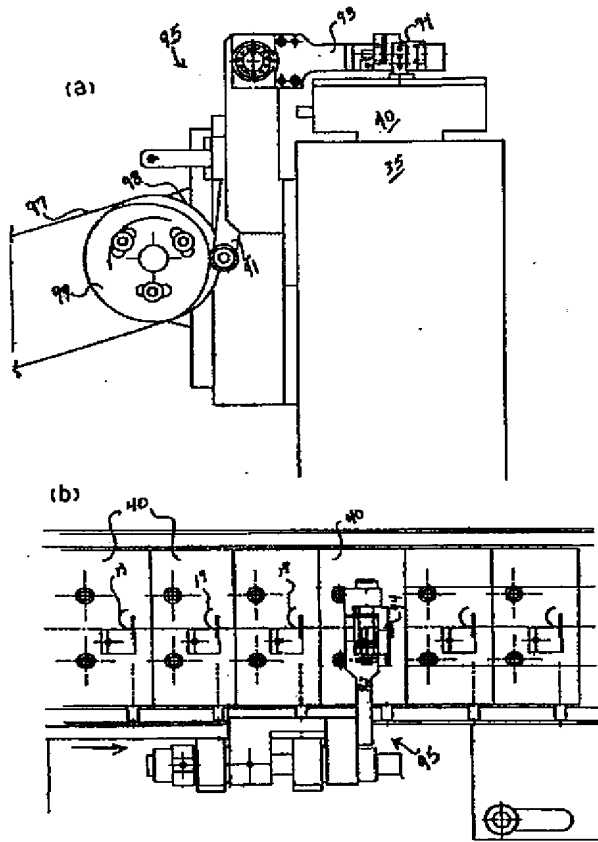
【図13】



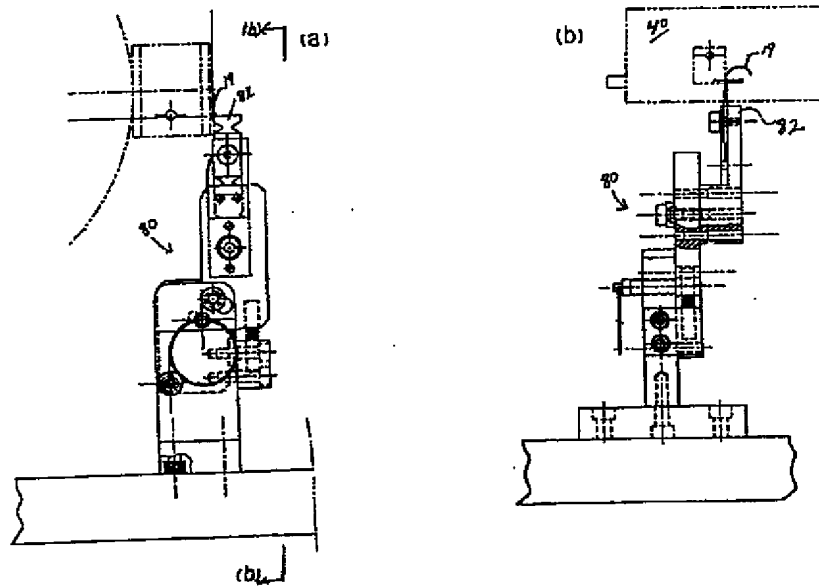
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 デニス・ピー・ヨスト  
アメリカ合衆国、19087 ニュージャージー  
ィ州、ウェイン、マウンテンビュー・ドラ  
イブ 1705